

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Geologie  
Studijní obor: Geologie



**Bc. Jana Frojdová**

**Leptosporangiální kapradiny z karbonických pánví Čech, vybrané taxony**

Leptosporangiate ferns from the Carboniferous basins of Bohemia, selected taxa

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Stanislav Opluštil Ph.D.

Konzultant diplomové práce: RNDr. Josef Pšenička Ph.D.

Praha, 2013

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěla velmi poděkovat svému konzultantovi RNDr. Josefu Pšeničkovi, Ph.D. ze Západočeského muzea v Plzni a neméně svému školiteli Doc. RNDr. Stanislavu Opluštilovi, Ph.D. za odborné vedení, poskytnutí literatury, věnovaný čas, trpělivost a mnoho dalšího, při zpracovávání této práce. Dále bych chtěla velmi poděkovat Prof. RNDr. Zlatku Kvačkovi DrSc., Mgr. Karlu Martínkovi Ph.D., RNDr. Jakobovi Sakalovi Ph.D., RNDr. Danielu Stančíkovi Ph.D. z Univerzity Karlovy za odborné rady a také RNDr. Martinovi Mazuchovi Ph.D. za pomoc s elektronovým mikroskopem. A dále také velmi děkuji Mgr. Milanovi Libertínovi, Ph.D. a RNDr. Jiřímu Kvačkovi CSc. z Národního muzea za poskytnutí vzorků ke zpracování a literaturu. Dále také můj velký dík patří RNDr. Jiřímu Bekovi, CSc., DSc. z Akademie věd ČR za určení spor.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 9.8.2013

Podpis

## Obsah

1. Úvod .....	4
2. Svrchnopaleozoické pánve Českého masivu .....	7
3. Metodika a materiál .....	14
3.1. Macerace .....	14
3.2. Materiál a zpracování vzorků .....	15
4. Leptosporangiální kapradiny .....	17
5. Systematická část .....	21
5.1. Eusporangiální typy kapradin .....	21
5.1.1. <i>Scolecoperis</i> Zenker .....	21
5.1.1.1. <i>Scolecoperis elegans</i> Zenker .....	21
5.1.2. <i>Zeillera</i> Kidston .....	24
5.1.2.1. <i>Zeillera hymenophylloides</i> Kidston .....	25
5.1.2.2. <i>Zeillera avoldensis</i> Stur .....	27
5.2. Leptosporangiální typy kapradin .....	30
5.2.1. <i>Boweria</i> Kidston .....	30
5.2.1.1. <i>Boweria schatzlarensis</i> Kidston .....	30
5.2.2. <i>Myriotheca</i> Zeiller .....	34
5.2.2.1. <i>Myriotheca anglica</i> Kidston .....	34
5.2.3. <i>Techovia</i> Pšenička a Bek .....	38
5.2.3.1. <i>Tenchovia crépini</i> (nov. comb.) .....	39
5.2.4. <i>Sturia amoena</i> (Stur) Němejc .....	42
5.2.5. <i>Discopteris</i> Stur .....	46
5.2.5.1. <i>Discopteris</i> sp. (nov. comb. „ <i>doubravensis</i> “ Pšenička) .....	47
5.2.6. <i>Waldenburgia corynepteroides</i> Gothan .....	50
5.2.7. <i>Oligocarpia</i> Goepfert .....	52
5.2.7.1. <i>Oligocarpia gutbieri</i> Goepfert .....	53
6. Shrnutí výsledků .....	55
7. Závěr .....	56
8. Seznam literatury .....	58

### Seznam příloh:

- Fototabule I.
- Fototabule II.
- Fototabule III.
- Fototabule IV.
- Fototabule V.
- Fototabule VI.
- Fototabule VII.
- Fototabule VIII.
- Fototabule IX.
- Fototabule X.

## 1. Úvod

Sphenopteridní kapradiny jsou zajímavou a systematicky nepříliš dobře prostudovanou skupinou rostlin, charakteristickou specifickým typem olistění. Jejich specifickým znakem jsou úkrojkovité laločnaté lístky, přisedlé k ose zúženou bází (Brongniart, 1828). Sphenopteridní typ olistění nalézáme v různých lokalitách po celém světě od mississipu až do mesozoika. Vytvářejí jak velké formy listových vějířů (např. *Sphenopteris macilenta*) nebo miniaturní formy jako např. *Oligocarpia*. Sphenopteridní kapradiny zahrnují rostliny různých růstových forem, od liány až po bylinné typy.

Současné znalosti o sphenopteridních kapradinách jsou stále poněkud útržkovité, existují pouze izolované práce o vybraných druzích, např.: *Discopteris* Pfeffercorn (1978), *Senftenbergia* Pšenička and Bek (2001, 2002), *Oligocarpia* Abbott (1956) a další. Ze systematického hlediska mezi sphenopteridní kapradiny patří jak zástupci pravých kapradin, tak zástupci pteridosperm. Sphenopteridní typ olistění obou systematických skupin může být velmi podobný, a proto u některých druhů nelze bez detailního studia kutikul či bez znalosti reprodukčních orgánů spolehlivě určit, ke které z těchto skupin patří. Neexistují však rozsáhlejší práce, které by detailněji a systematicky zpracovávaly reprodukční orgány sphenopteridních kapradin.

Nejstarší výzkumy těchto kapradin sahají do období první poloviny 19. století. Schlotheim (1804) napsal první práci, která rozlišuje recentní rostliny od fosilií a všechny fosilní kapradiny označil pod názvem *Filicites*. Později, kdy si hrabě Kaspar m. Sternberg všiml rostlinných fosilií, sepsal v roce 1820 rozsáhlé dílo „Versuch einer Geognostich-Botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt“, které se stalo významným mezníkem paleobotanické vědy. Díky této práci byl roku 1820 založen obor paleobotanika. O pár let později Brongniart (1822) klasifikoval rozdílné fosilní rostliny na základě jejich vztahu s recentními rostlinami. Vycházel přitom především z jejich morfologických znaků. Navrhnul rozdělit celý rod *Filicites* na pět sekcí a společně pod název *Sphenopteris* zařadil “lístky klínovité, na okraji zaokrouhlené nebo laločnaté, žilky dlanité nebo se na bázi lístků vějířovitě rozbíhají“. *Sphenopteris* dle Brongniarta je zařazen do skupin podle tvarů listů. Po přezkoumání recentních kapradin Brongniart (1828) podrobně popisoval návrh klasifikace fosilních kapradin a chtěl je klasifikovat podle tvaru lístků a rozdělení žilnatiny. Termín Sphenopterides zavedl Goeppert (1836) pro skupinu fosilních rostlin, která je ekvivalentní k Neuropterides, Pecopterides, *Danaeaceae* nebo *Gleicheniaceae*. Popsal

lístky laločnaté, žilnatinu až do konce lístků, která nese na okrajích lístků na žilkách reprodukční orgány. Goepfert v jeho práci sestavil skupinu do čtyř druhů: *Cheilanthites*, *Hymenophyllites*, *Trichomanites* a *Seffensia*. Zeiller (1883) popsal práci, kde popisoval mnoho nových rodů např. *Renaultia*, *Myriotheca* a další. Rod *Sphenopteris* řadil k čeledi *Hymenophyllaceae*. Jedna z výrazných a rozsáhlých prací „Die carbon-flora der schatzlarer schichten“ publikoval Stur (1885), kde popsal mnoho nových rodů a druhů *Sphyropteris*, *Discopteris* a *Hapalopteris* s řadou rodů (např. *Hapalopteris amoena*, *Hapalopteris crépini*). Některé rody i druhy byly však později re-definovány. Zeiller (1899) publikoval práci o sphenopteridních kapradinách, kde se snažil definovat i sporangia, např. u *Discopteris*. Kidston (1911) napsal poměrně rozsáhlou práci „Les végétaux houillers dans le hainaut Belge“, kde však přiřazoval rod *Sphenopteris* k pteridospermám a popsal zde nový rod *Boweria*. Později Kidston (1923) prezentoval práci „Fossil Plants of the Carboniferous Rocks of Great Britain“, kde popsal nový druh *Myriotheca anglica* a mnoho dalších sphenopteridních typů rostlin. Němejc (1928, 1938) prováděl revizi karbonské a permské flóry středočeských uhelných pánví, avšak systematické zařazení některých druhů nebylo přesné (např. u *Noeggerathia*). V roce 1937 tentýž autor publikoval dva díly o sphenopteridních kapradinách „The sphenopterides stated in the permocarboniferous of central Bohemia“. Kapradiny byly určeny podle morfologie listů, nezabýval se reprodukčními orgány a tím do sphenopteridních typů rostlin zahrnul i pteridospermy např. *Maryopteris*, *Karinopteris* a další. Termín *Sphenopteris* je do této doby zatím k systematickému zařazení velmi nejistý, proto Remy et Remy (1977) seskupili pod sphenopteridní rostliny jak pteridospermy, tak právě kapradiny. Rozsáhlou práci o sphenopteridních kapradinách saarské pánve publikovala v roce 1983 Brousmiche, kde re-definovala některé druhy kapradin a snažila se popsat i reprodukční orgány. Neřešila však problém rozlišení pylových a výtrusných orgánů (viz. interpretace rodu *Crossotheca*). Další rozsáhlou prací pojednávající o fosilní flóře včetně sphenopteridních kapradin publikovali Taylor et Taylor (1993, 2009). Popisovali (2009) typ rostlin *Sphenopteris*, kde listový vějíř je tripinátní, lístky laločnaté, sporangia annulátní, po pěti seskupené v sorech s receptakulem a annulusem biseriátním.

Rozlišení pravých sphenopteridních kapradin od pteridosperm je částečně možné na základě kutikul. Ta je u kaprad'osemenných rostlin silnější než u pravých kapradin. Proto je získání kutikul z pravých kapradin velmi obtížné. Kutikuly některých sphenopteridních druhů sensu lato studoval Barthel (1962). Další rozlišení je možné na základě reprodukčních orgánů (výtrusnice versus pylové orgány), které však v mnoha případech

mohou být bez znalosti výtrusů či pylu zaměněny. Touto problematikou se zabývá tato diplomová práce.

## 2. Svrchnopaleozoické pánve Českého masivu

Již od konce devonu se podél labského zlomu a v moravsko-slezské pánvi na styku lugodanubika a brunovistulika vyvíjely sedimentační prostory, v nichž pokračovala mořská sedimentace i v průběhu mississippu, ev. i pennsylvanu. Po skončení hlavních horotvorných procesů variského vrásnění docházelo k relaxaci orogenu a následným poklesům tektonicky omezených bloků Českého masivu. V depresích mezi vyvrásněnými horskými pásmy se tak vytvořily nové sedimentační prostory s kontinentální sedimentací. V těchto kontinentálních nebo též limnických pánvích se v období zvýšené humidity vytvářela rozsáhlá rašeliniště zarůstající uhlotvornou vegetací. Kontinentální pánve se dělí na pánve středočeské a západočeské oblasti, pánve lugické oblasti, krušnohorské oblasti a tzv. brázdy.

Ve východním předpolí lugodanubika se původně mořský sedimentační prostor moravsko-slezské pánve koncem mississippu změlčuje a vzniká zde rozsáhlá přímořská nížina zaplavovaná četnými mořskými ingresemi. V období mezi záplavami se nížina dočasně měnila v rozsáhlá rašeliniště. Střídání mořských a kontinentálních sedimentárních prostředí datuje počátek paralické sedimentace hornoslezské pánve. Koncem mississippu mořské záplavy ustávají a po hiátu se počátkem spodního pennsylvanu v hornoslezské pánvi ukládají pouze kontinentální bohatě uhlonosné sedimenty.

### **Charakteristika moravskoslezské oblasti**

V moravskoslezské oblasti sedimentovala od visé do spodního westphalu, a na polském území až do spodního stephanu pánev hornoslezská. Z celkové plochy asi 7000 km<sup>2</sup> leží na polském území asi 5500 km<sup>2</sup>, odkud zasahuje svým jihozápadním výběžkem na území ČR. Pennsylvanské horniny vystupují na povrch na našem území pouze v omezených odkryvech v Ostravě, jinak je jejich výzkum omezen na hlubinné vrty a důlní díla. Zbytek je překryt neogenními uloženinami karpatské předhlubně a příkrovy Vnějších Karpat (Chlupáč, 2011). Sedimentární výplň se dělí na tři souvrství, hradecko-kyjovické, ostravské a karvinské.

**Hradecko-kyjovické souvrství:** Představuje kulmský vývoj stáří svrchní visé až spodní namur. **Hradecké vrstvy** představují především droby. Hradecké droby tvoří rytmy většinou po 1 – 3 m. Nejvyšší část je velmi jemnozrnná a často laminovaná, část rytmu je zakončena laminovanými prachovci a břidlicemi, mocných 10 cm. Mocnosti hradeckých



drob tvoří většinou tříčlenné rytmy, mocných několik centimetrů, tvořené velmi jemnozrnnou drobou, prachovcem a břidlicí. V drobách se objevují až 1 m karbonátové konkrce. Na území, které popsal Maštera roku 1975 (Pešek a kol., 2001) se nachází drobnozrnné a štěrčíkové slepence. Místy obsahují droby velké úlomky flóry a i drobné úlomky nahromaděné v písčítých kalech. **Kyjovické vrstvy** představují břidlice, resp. střídání břidlic, prachovců a jemnozrnných drob. Kyjovické vrstvy jsou v jižní části tvořeny černošedými jílovitými a prachovitými břidlicemi. Vyskytují se vápnité droby s výskytem krinoidů a brachiopodů (Patteisky, 1929). V drobách i břidlicích bývají drobné úlomky terestrické flóry. Ve vápnitých břidlicích se nachází goniatiti (Kumpera, 1971; Chlupáč, 2011).

**Ostravské souvrství:** Stáří spodní namur. Ostravské souvrství představuje paralickou uhlonosnou molasu. Uložení střídavého kontinentálního a mořského režimu. Cyklicky se opakují sledy ve střídání mořských, přechodních (brakických) a kontinentálních facií. Jsou ovlivněny tektonickými procesy, změny úrovně mořské hladiny, klimatickými výkyvy a vulkanickou činností. Základní opakující se cykly jsou tvořeny hrubozrnnými bazálními pískovci (ev.slepenci), prachovci s kořeny uhlotvorných rostlin, uhelnými slojemi a jílovci se sladkovodní, mořskou i brakickou faunou (Pešek et al., 2001). Ostravské souvrství má téměř 500 uhelných slojí, maximální mocnost 3200 m. Uhelne sloje odrážejí období tektonického klidu a dno pánve rašeliniště zarůstalo uhlotvornou vegetací. Ostravské souvrství se dělí na vrstvy petřkovické, hrušovské, jaklovecké a porubské. Pro korelaci slojí a vrstevních jednotek se používají „tonsteiny“, tenké vložky tufů uvnitř uhelných slojí a „brousky“ směs vulkanického a sedimentárního záznamu mimo sloje. V tomto souvrství nacházíme velmi bohatou faunu i flóru. Z fauny mořských pater bylo popsáno asi 220 druhů (Chlupáč, 2011), mlži, plži, brachiopodi, ostrakodi, konodonti, ryby aj. Ze suchozemské flóry především *Sphenopteris adiantoides*, zástupci rodu *Lyginopteris*, *Lepidodendron*, *Mesocalamites*, *Sphenophyllum* aj.

**Karvinské souvrství:** Stáří střední namur až spodní westfal dle Purkyňové (1990). Po stratigrafickém hiátu se sedimenty tohoto souvrství ukládají v prostředí kontinentální uhlonosné molasy. Bázi tvoří uhelná sloj Prokop (Dopita, 1988), která odráží období největšího rozšíření rašeliniště a jeho nejdelšího trvání v historii hornoslezské pánve. Karvinské souvrství se dělí na vrstvy sedlové, sušské a doubravské. Karvinské souvrství má cyklickou stavbu jako ostravské. Tvoří ji bazální pískovce, arkózy, místy slepence, poté následují jemnozrnné pískovce, prachovce se stigmariovou půdou, uhelné sloje, šedé prachovce a jílovce s flórou i faunou. Uhelne sloje jsou méně početné, ale mají větší

průměrnou mocnost než v ostravském souvrství a ubývá vulkanogenních poloh. Maximální mocnost přes 1000 m (Pešek a Sivek, 2012). **Vrstvy sedlové** tvoří hrubozrnnější sedimenty s mocnějšími slojemi. Ve **vrstvách sušských a doubravských** klesá mocnost uhelných slojí i velikostí zrn v sedimentech. Faunu karvinského souvrství tvoří především mlži, škeblivky, rybí šupiny, členovci a hmyz. Flóru tvoří *Sigillarie* a typy kapradinovitých druhů rostlin *Lyginopteris hoeninghausii*, rozvoj rodu *Lonchopteris* (Pešek et al., 2001).

### **Charakteristika středočeských a západočeských pánví**

Středočeské a západočeské svrchnopaleozoické pánve vyplňují převážně sedimenty bolsovu až stephanu C na území o rozloze cca 6000 km<sup>2</sup>. Asi 3500 km<sup>2</sup> z celkové rozlohy těchto depozit vychází na povrch v přibližně 140 km dlouhém pruhu. Zbývající části pánví jsou zakryty mladšími platformními jednotkami. Mezi středočeské a západočeské pánve patří pánev kladensko-rakovnická, plzeňská, radnická, mšensko-roudnická, manětínská a žihelská viz. Obr. 1. (Pešek a Sivek, 2012).

Ukládání sedimentů začalo ve sp.bolsovu. S dvěma hiáty a řadou diastem trvalo do stephanu C, spíše do autunu. Autunská klastika nebyla v pánvích biostratigraficky prokázána. Sedimentární výplň se dělí do čtyř souvrství, z nichž některá se dále dělí do dílčích jednotek. V prvních dvou souvrstvích (kladenské a týnecké) převládají sedimenty fluviální, ve zbývajících souvrstvích (slánské a línské) jsou výrazně zastoupeny i uloženy lakustrinní. Aleuropelity kladenského a slánského souvrství jsou šedé barvy a obsahují několik uhelných slojí. Aleuropelity dalších dvou souvrství jsou červené barvy. Největší dosud ověřená mocnost karbonu je známa v kladensko-rakovnické pánvi cca 1400 m (Pešek et al., 2001; Pešek a Sivek, 2012).

**Kladenské souvrství:** Kladenské souvrství zahrnuje dvě vrstvy oddělené od sebe hiátem: radnické (bolsov) a nýřanské vrstvy (svrchní westphal D až kantabr). Kladenské souvrství tvoří převážně šedě zbarvené sedimenty. Vyskytují se téměř na celém území středočeských a západočeských pánví (Pešek a Sivek, 2012).

**Radnické vrstvy:** Radnické vrstvy se ukládaly v období synsedimentární aktivity fundamentu. Zaplňovaly se nejprve izolované morfologické deprese, které se postupně spojovaly. Svrchní radnické vrstvy vytvářejí několik souvislých pruhů sv. směru. Kose k nim probíhaly ssv. -jjz. směrem protažené příkopy založené nejpozději ve spodních radnických vrstvách (Pešek, Sivek; 2012). Sedimentaci zahajují tzv. bazální brekie, tvoří

ji proluviální až proluviálně-deluviální nevrstevnatá klastika s ostrohrannými nevytříděnými úlomky hornin. Na těchto sedimentech bývá vyvinuto *plzeňské souslojí*. V plzeňském souslojí sloje vznikaly v morfologických depresích sv.-jz. směru, jejich mocnost 0,3 - 2,6 m. V nadloží plzeňského souslojí se vyvinulo *souslojí radnické* zahrnující dvě sloje, které vznikaly většinou v depresích. Spodní radnickou sloj, mocnou do 3 m, výjimečně i více, tvoří popelovinové uhlí až páskovaný uhelnatý jílovec (tzv. kanafas) s příměsí FeS<sub>2</sub>. Spodní a svrchní radnickou sloj odděluje brouskový obzor, který je důležitý pro identifikaci souslojí v pánvích středních a západních Čech. Brouskový obzor obsahuje několik metrů popelových tufů a tufitů (brousky). Při bázi tohoto obzoru leží většinou jemnozrný pískovec s argilitizovanou základní hmotou (bělka). Svrchní radnická sloj je až 14 m mocná, obsahuje proplástky, tzv. opuky, o mocnosti od několika milimetrů do 1 m a jsou významné pro korelaci (Pešek et al., 2001). Ve spodních radnických vrstvách převládají bazální brekcie, šedé aleuropelity, uhelné sloje a vulkanogenní horniny. Hojně jsou v celém souvrství arkózy a arkózovité pískovce. Následující komplex zahajuje sedimentaci svrchních radnických vrstev. Tato jednotka se vyznačuje cyklickou stavbou. Několik cyklů má ve svrchní části uhelné sloje lubenského souslojí, rozlišovaného do skupiny spodních, středních a svrchních lubenských slojí. Pro spodní lubenské sloje jsou názvy dolínská, resp. okrajová sloj (Pešek a Sivek, 2012). Svrchní lubenská sloj se někdy označuje jako sloj kačická. Dolínská i kačická sloj obsahuje místy 1 - 20 cm mocné tufogenní proplástky a místy i další vulkanogenní polohy. Nejdůležitější z nich je vrstva černého tufitu v nadloží dolínské sloje. Té odpovídá poloha zeleného tufitu a tzv. pseudobrousku v okolí Kladna (Opluštil, 1991; Pešek et al., 2001). Sloje lubenského souslojí lze vyčlenit na řadě lokalit v kladensko-rakovnické pánvi. V plzeňské pánvi byla dosud prokázána existence pouze skupiny spodních lubenských slojí. Skupinu spodních lubenských slojí tvoří 1-3 sloje obvykle mocné několik desítek cm. Sloje skupiny svrchních lubenských slojí se vyskytují pouze místy v kladenské části kladensko-rakovnické pánve. Vysoká uhlonosnost radnických vrstev není srovnatelná s produktivitou žádné další jednotky středočeských a západočeských pánví (Pešek a Sivek, 2012).

**Nýřanské vrstvy:** Nýřanské vrstvy stáří svrchní westphal D až kantabr se ukládaly po hiátu, který je odrazem léonské fáze hercynského vrásnění. Průměrná mocnost nýřanských vrstev je v každé pánvi jiná. Sedimentaci nýřanských vrstev zahajuje několik desítek metrů mocný komplex slepenců s vložkami arkóz, tvoří je převážně červené prachovce s vložkami šedých psamitů řazené ke kumberskému obzoru. V nýřanských vrstvách bylo rozlišeno několik souslojí. Při bázi kumberského obzoru se místy vyskytují sloje

**touškovského souslojí**, které reprezentují 1 – 4 slojky mocné několik desítek cm. V nadloží touškovského souslojí, se vyskytují sloje **nýřanského souslojí**. Nýřanské souslojí tvoří dvě až tři sloje mocné do 2 m. Spodní, hlavní nýřanská sloj, je charakteristická přítomností sapropelitů (Purkyně, 1913; Pešek et al., 2001). V nýřanském souslojí převládají černouhelné humity. Následující **Chotíkovské souslojí** zahrnuje 10 tenkých slojek mezi nýřanským a nevřeňským souslojím (Pešek a Sivek, 2012). **Nevřeňské souslojí** leží v podloží týneckého souvrství. Chotíkovské a nevřeňské sloje místy doprovází poloha kaolinizovaného tufu (Pešek et al., 2001).

**Týnecké souvrství:** Týnecké souvrství stáří barruel tvoří komplex uloženin v nadloží nýřanských vrstev. Nejvyšších hodnot dosahuje v pánvi kladensko-rakovnické cca 174 m, v manětínské pánvi pouze 32 m (Pešek a Sivek, 2012). Sedimenty týneckého souvrství se petrograficky mnoho neliší od nýřanských vrstev. Odlišné je většinou tmavě červené zbarvení aleuropelitů, kde převládají prachovce. V porovnání s nýřanskými vrstvami jsou v této jednotce potlačeny projevy vulkanismu, objevují se pouze velmi malé náznaky uhlotvorby (tzv. tatinské slojky). Na svrchu této jednotky se často vyskytuje 2-5 m mocný obzor červenohnědých aleuropelitů s karbonátovými konkrecemi (Pešek et al., 2001).

**Slánské souvrství:** Slánské souvrství stáří stephan B se dělí na **jelenické, malesické a otrubské vrstvy**. Malesické vrstvy jsou někde nahrazeny z litologického hlediska vrstvami mšenskými a hředelskými, vrstvy otrubské vrstvami ledeckými, kounovskými a kamenomosteckými. Průměrná mocnost tohoto souvrství je v jednotlivých pánvích různá. Nejnižší je v manětínské pánvi 68 m, nejvyšší v kladensko-rakovnické pánvi 227 m. Ve slánském souvrství jsou přítomny sedimenty jako v předchozí jednotce, ale objevují se i varvické jílovce (Pešek a Sivek, 2012).

**Jelenické vrstvy:** Jelenické vrstvy jsou jednotkou slánského souvrství, nasedají ostře na sedimenty souvrství týneckého. Místy jsou to cyklicky uspořádaná fluviolakustrinní klastika, která jsou tvořena arkózami, arkózovitými pískovci a prachovci. Průměrná mocnost vrstev od 9 do 39 m. V jelenických vrstvách se vyskytuje až pět slojí **mělnického souslojí**. Nejmocnější z nich, hlavní mělnická sloj, je více než 2 m mocná. Ve sloji se vyskytují dva vulkanické proplástky mocné do 10 cm. Mělnické souslojí je nejlépe vyvinuto v mšenské části mšensko-roudnické pánve (Pešek et al., 2001).

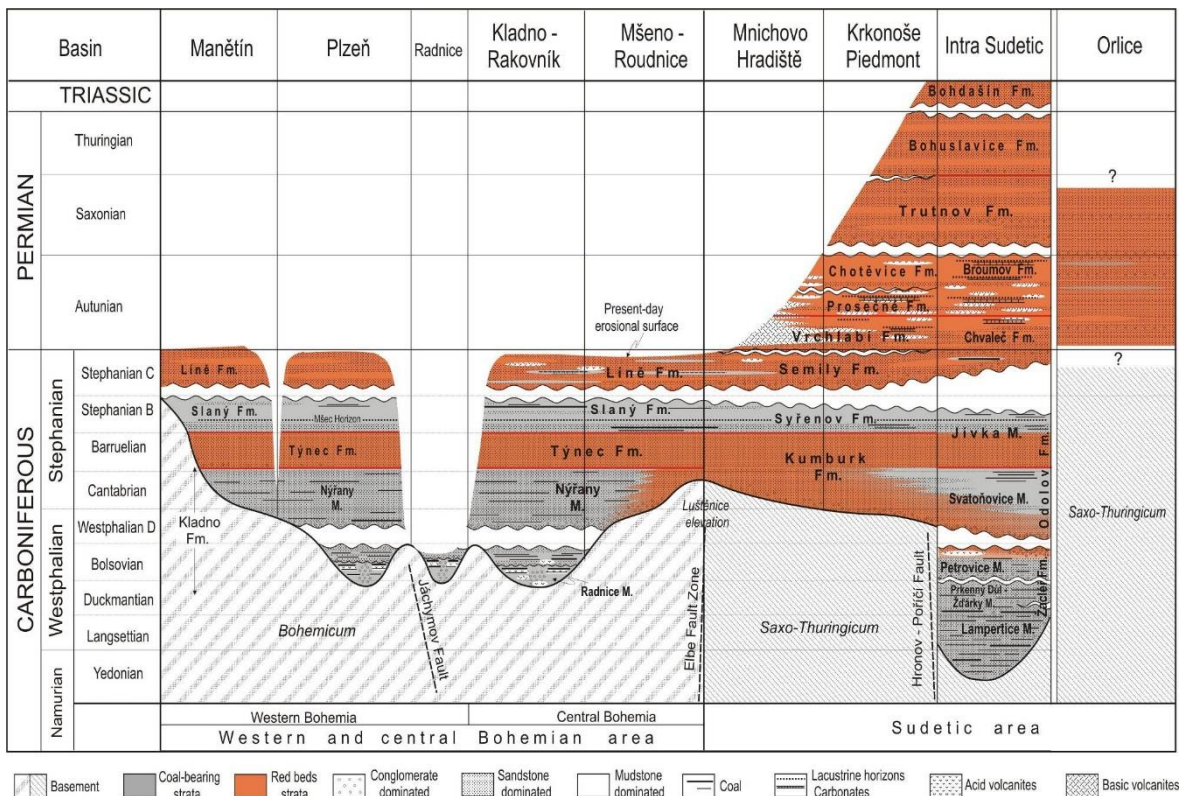
**Malesické vrstvy:** Malesické vrstvy tvoří komplex nevrstevnatých aleuropelitů s vložkami jemnozrnných pískovců a tzv. žihanců. Tato jednotka je 87 – 118 m mocná, tvořena lakustrinními sedimenty, kde se nachází i polohy argilitizovaných tufů. Spodní facie se

označuje jako vrstvy mšecké, svrchní jsou vrstvy hředelské (Pešek et al., 2001). **Mšecké vrstvy** jsou mocné až 30 m a jsou tvořeny komplexem biogenně laminovaných jílovců (Skoček, 1968), s vložkami karbonátů s fosfatizovanými koprolity, se škeblivkami aj. Mšecké vrstvy jsou nejvýznamnější korelační polohou. Ve **vrstvách hředelských** se většinou střídají v různém poměru prachovce, slabě kaolinizované, místy gradačně zvrstvené pískovce, tence laminované pískovce (tzv. žihance) s fuzitizovanou rostlinnou drtí s mocností jednotky 60 – 110 m. Na spodu této jednotky převládají aleuropelity, na svrchu naopak žihance. Na jihovýchodě plzeňské pánve leží v nadloží mšeckých vrstev komplex hrubých, cyklicky uspořádaných klastik - sulkovský vývoj (Pešek a Sivek, 2012).

**Otrubské vrstvy:** Otrubské vrstvy jsou nejvyšší vrstevní jednotkou slánského souvrství. Je to 40 - 100m mocný komplex fluviálních až fluviolakustrinních psamitů a aleuropelitů s uhelnými slojemi a s tenkými polohami vulkanogenních hornin. K **ledeckým vrstvám** náleží fluviální, hrubozrnné, šikmo zvrstvené arkózovité pískovce a arkózy s vložkami slepenců a aleuropelitů, mocnými 40 m (Pešek a Sivek, 2012). **Kounovské vrstvy** tvoří 30 - 50 m mocný fluviolakustrinní komplex arkózovitých pískovců a aleuropelitů s uhelnou slojí nebo slojemi doprovázenými tufogenním jílovcem a místy bitumenním jílovcem – tzv. švartnou. **Kamenomostecké vrstvy** jsou jednotkou s problematickým charakterem, jsou slídnaté, s horizontálně laminovanými pískovci a aleuropelity v nadloží kounovských vrstev o mocnosti do 10 m (Pešek a Sivek, 2012). **Kounovské souslojí** se dělí na jednotku spodních a svrchních kounovských slojí. Spodní kounovské sloje tvoří 1 - 3 sloje, které se vyskytují v různých stratigrafických úrovních v nadloží ledeckých vrstev. Nejvyšší z nich, nazývaná kounovská sloj, bývá 70 cm až 1 m mocná. Mezi Kounovem a Jedoměřicemi v kladensko-rakovnické pánvi má v nadloží až 12 cm mocnou švartnu. Švartna je šedočerný houževnatý jílovec, obsahuje zbytky ryb, zuby žraloků aj. Skupina svrchních kounovských slojí zahrnuje 1 - 2 tenké slojky, místně vyvinuté ve střední a svrchní části kounovských vrstev (Pešek et al., 2001).

**Líňské souvrství:** Sedimenty líňského souvrství se ukládaly po hiátu ve stepanu C. Pokračují až do pánví sudetských. Prachovce a jílovce tohoto souvrství jsou červené barvy. Objevují se polohy slepenců a tzv. mikrobekcie. Snižuje se uhlonosnost. Z této jednotky známe i tenké vložky tufů a tufitů. Jsou vyčleněny tři obzory. **Blahotické slepence** na bázi líňského souvrství tvoří hrubé slepence s převahou valounů tufitických jílovců. V mšecké části mšensko-roudnické pánve byl zjištěn **obzor slepenců s valouny karbonátů**. Jsou to hrubozrnné slepence s valouny spodnopaleozoických vápenců a dolomitů s faunou, leží v nadloží klobuckého obzoru. „**Pestré obzory**“ tvoří aleuropelity provázené

vulkanogenními horninami, karbonáty a silicity. Obsahují živočišné zbytky, rostlinné otisky a zkřemenělá dřeva (araukarity). Tyto obzory, s výjimkou obzoru stráneckého, který je mocný 15 m, jsou zpravidla 50-100 m mocné (Pešek a Sivek, 2012). **Zdětínský obzor** je nejhlubší ze tří vyčleňovaných pestrých obzorů, byl v něm ověřen výskyt několika uhelných poloh, zdětínských slojek, o mocnosti 0,1-0,4 m. **Klobucký obzor** leží v rozmezí 52 - 86 m od stropu zdětínského obzoru, v tomto obzoru byly zjištěny tři tenké klobucké slojky. **Stránecký obzor** byl prozatím popsán pouze z několika málo vrtů v MRP, které prošly velkou mocností líšského souvrství (Pešek et al., 2001).



Obr. 1. Svrchnopaleozoické pánve podle Opluštila a Peška (1998), částečně upraveno

### 3. Metodika a materiál

#### 3.1 Macerace

Metoda macerace má velmi dlouhou historii. Pro získání kutikul ji patrně poprvé použili Wessel a Weber (1855), později Bornemann (1856) a další. Metoda byla postupně zdokonalována. Současnou úroveň zdokonalených maceračních technik popisuje např. Kerp (1993).

V diplomové práci je popsán a použit proces macerace v jednotlivých krocích viz. Obr. 2, kde každý krok přinesl různé informace o reprodukčních orgánech a listech. Výsledky byly generovány touto metodou. Pro tuto diplomovou práci byla macerace rostlinných orgánů jedním z důležitých kroků pro správné určení rostlin. Při maceračních postupech je třeba vědět, z čeho je hornina tvořena. Metodika a macerace probíhala pod odborným vedením dr. Pšeničky ze Západočeského muzea v Plzni.

1. Krok: Odebraný vzorek z fertilní části listového vějíře se sporangii byl vložen do 35% kyseliny fluorovodíkové (HF) po dobu 6 – 24 hodin. Po tomto kroku zbyla pouze organická hmota. Po vymytí v destilované vodě, byly vzorky s reprodukčními orgány pozorovány pod binokulárním mikroskopem OLYMPUS SZX12, kde byly vybrány vhodné exempláře pro další krok. Některá část vybraného vzorku byla dána a prozkoumána po tomto kroku hned pod skenovací elektronový mikroskop JEOL JSM-6380LV (dále jen SEM).

Pokud hornina obsahovala karbonát, musela být nejdříve použita 35% kyselina chlorovodíková (HCl) po dobu 12 hodin a poté teprve HF.

Materiál mohl být oxidován a mohl by se macerací rozpadat, proto pro získání celkového obrazu o lístku se musela fosilie nejprve zpevnit kolodiem a poté teprve vložit do HF.

Informace: Na sporangiích, která byla pozorována po maceraci v HF, je možné pozorovat buněčné struktury sporangia, pod kolodiem uspořádání sporangií na lístcích, žilnatinu a okraje lístků.

2. Krok: Vybraná sporangia a lístky byly dále macerovány (po 1. kroku) v Schultzově roztoku (přesycený roztok se skládá ze směsi 35 % kyseliny dusičné (HNO<sub>3</sub>) a chlorečnanu draselného (KClO<sub>3</sub>)) po dobu 10 – 30 minut, v závislosti na stupni

prouhelnění. Po vymytí v destilované vodě, se části vzorků daly na preparáty, které byly pozorovány pod binokulárním mikroskopem OLYMPUS SZX12 a část pod SEM.

Informace: Sporangia, která byla pozorována pod SEM (po maceraci v Schultzovém roztoku) ukázala *in situ* spory i spory z disperze, počet spor v jednotlivých sporangíích. Po tomto kroku byl lépe vidět na sporangíích annulus. Sporangia, která byla zasazena na sklíčko do glycerínu, byla pozorována pod Nomarski fáze-kontrast (biologický mikroskop OLYMPUS BX 51). U lístků, které byly v minulém kroku nejprve v kolodiu, bylo velmi dobře vidět žilní schéma a okraje lístků. Některé lístky byly dány pod binokulární mikroskop OLYMPUS SZX12, ke sledování charakteristického žilního schématu, trichomů a průduchů.

3. Krok: Dalším krokem by bylo možné využít samostatnou kyselinu dusičnou ( $\text{HNO}_3$ ). Některé spory, které byly pokryty malou částí sporangia, by mohly být dány do kyseliny dusičné ( $\text{HNO}_3$ ) po dobu 24 – 40 hodin a do hydroxidu draselného (KOH) po dobu 1 – 2 minut. Schultzův roztok by byl příliš reaktivní, proto by byla použita pouze  $\text{HNO}_3$ . Všechny spory by se zasadily na sklíčko do glycerínu pro přímé mikroskopické zkoumání pod biologickým mikroskopem OLYMPUS BX 51.

Informace: Detaily izolovaných spor, které by mohly být kompletně srovnány s disperzní palynomorfíí. U lístků by se tímto krokem zachovaly jemné struktury trichomů, žláznaté trichomy, které by byly po Schultzovu roztoku zničeny.

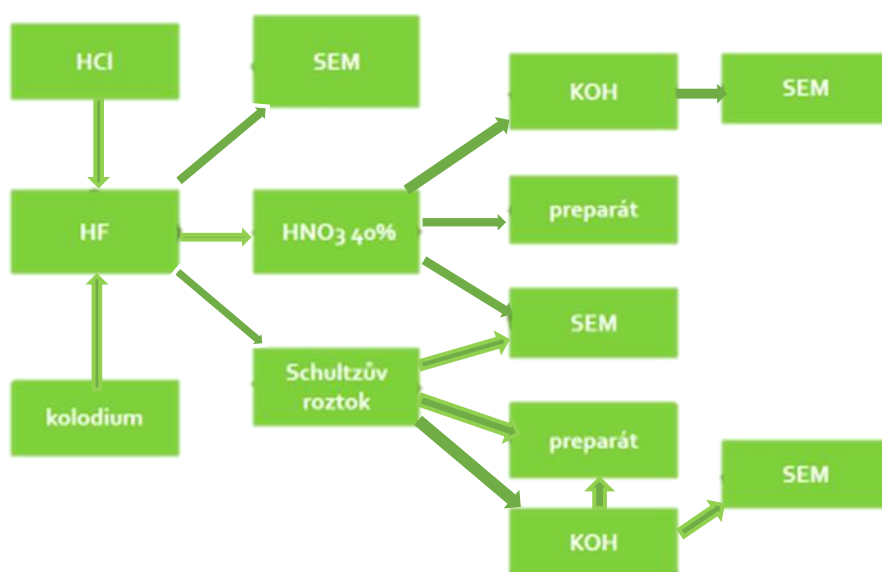
### **3.2 Materiál a zpracování vzorků**

Materiál pochází především ze středočeských a západočeských pánví z lokalit Doubrava, Břasy, Nýřany, Horní Bříza a Letkov. Dva vzorky, lektotypy, pocházejí z Velké Británie z lokalit Avenue No. 9 Colliery, Chesterfield Derbyshire a Brightside Sheffield, horizon rock below Haigh Moor Coal. Materiál u studovaných vzorků z českých lokalit je uložen ve sbírkách Národního muzea v Praze, Západočeského muzea v Plzni a Univerzity Karlovy, Přírodovědecké fakulty, ústav geologie a paleontologie. Britský materiál pochází z Kidstonovy sbírky uložené v British Geological Survey v Keyworth. Sbírký z Národního muzea začínají označením pod Exyz, ze Západočeského muzea v Plzni pod Fxyz a z British Geological Survey v Keyworth No.xyz. Většina studovaného materiálu byla



zachována v tufech, tufitech a prachovitých jílovcích. Výsledky macerace nebyly závislé na materiálu horniny; dobře zachované reprodukční orgány byly vymacerovány jak z tufů, tak z jílovců.

Pro maceraci bylo použito cca 67 vzorků, z toho 42 druhů. Některé vzorky bylo třeba macerovat i několikrát. Na SEM se vybíraly exempláře po prvním i druhém kroku macerace. Lektotypy se macerovaly jednou, maximálně dvakrát, odebral se pouze malý vzorek k maceraci. Vzorky uložené v Národním muzeu byly odebírány maximálně dvakrát, jelikož se jednalo o Němejcovy sbírky. Vzorků na SEM, pod číslem E5083 *Sturia amoena* a E6821 *Tenchovia crépini*, bylo u obou případů nejvíce a to v počtu šesti. Vzorek F3540 *Waldenburgia corynepteroides* se maceroval nejvícekrát, minimálně třikrát, protože se sporangia rozpadala. Z macerace po druhém kroku vyšly i některé pěkně zachované spory, které do této diplomové práce určil RNDr. Jiří Bek, CSc., DSc. z Geologického ústavu AV ČR.



Obr. 2. Jednotlivé kroky postupu macerace

## 4. Leptosporangiální kapradiny

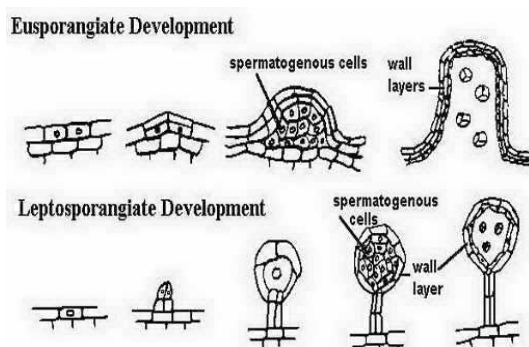
### Historie a současnost kapradin

Kapradiny jsou dnes jediným typem výtrusných (kryptogamických) cévnatých rostlin, který je dodnes na vysokém stupni rozvoje a jsou rozšířeny téměř ve všech typech biotopů po celém světě. Evoluční historie této skupiny sahá až do devonu, kde se pravděpodobně vyvinuly z rostlinné skupiny Trymerophyllophyta (Taylor a kol., 2009). Velký rozvoj kapradin je zaznamenán v karbonu, kdy se na pevninách rozšířili lesní porosty (biotopy), které byly tvořeny především výtrusnými rostlinami, jako jsou plavuně, kapradiny nebo přesličky. Vedle výtrusných rostlin se v těchto pralesích objevovaly zástupci semenných typů rostlin, jako jsou pteridospermy, primitivní konifery a cykasy. V tomto období (karbon, perm) je možné rozlišit několik fytoprovincií jako je Euroamerická a Kathasijská, které se nacházely v oblastech tropického pásma, a provincie Gondwanská a Angarská (sibiřská), které se vyskytovaly v oblastech mírného pásma (Kvaček a kol., 2007). V oblastech mírného pásma rostly především semenné typy rostlin. Velkou druhovou variabilitu je možné vysledovat v Euroamerické provincii, kde v karbonu panovalo vlhké a teplé klima a kapradiny s dalšími typy rostlin tvořily především rašeliništní vegetaci. Později v průběhu permu dochází k aridizaci prostředí. V další geologické historii (tzn. mezozoikum a kenozoikum) si na rozdíl od ostatních skupin drží více méně velkou druhovou variabilitu. Větší rozvoj je možné pozorovat na počátku kenozoika (Kvaček a kol., 2007), což může být dáno do vztahu obsazování volných ekologických nik po velkém křídovém vymírání, vzhledem k faktu že kapradiny patří mezi tzv. pionýrské rostliny, které jsou schopny obsazovat volné niky jako první.

Z raného evolučního vývoje zůstalo kapradinám pohlavní stadium v podobě samostatně vegetujícího proklu, který je plně závislý na vlhkosti. Dalším primitivním znakem, ne příliš vyhovujícím pro sušší klimatické podmínky je, že kapradiny nemají ukryty základy listů v pupenech (Studnička, 2009). V současnosti je známo asi 12 000 žijících druhů kapradin (Studnička, 2009). Kapradiny obsazují místa, kde je dostatečné množství vláhy, jak vzdušné tak i podobě vody tzn. v podrostech stromů, kolem potoků, na skalních stěnách apod. Kapradiny tvoří různé růstové formy jako byliny, epifyty, liány, nebo stromy. Některé kapradiny se adaptovaly na sladkovodní prostředí (*Azolla*, *Salvinia*) (DiMichelle a Phillips, 1994). Kapradiny se dle typů výtrusnic dělí do dvou základních skupin: Leptosporangiální a Eusporangiální typy kapradin. V některých případech je možné rozlišit

i přechodový typ, který je označován jako proleptosporangiátní. Na evolučním vývoji výtrusnic je vidět určité zdokonalování. U primitivních typů kapradin, především ze skupiny eusporangiátních kapradin, se objevují sporangia poměrně velká, stěny výtrusnic jsou složeny z několika vrstev buněk a pukají především vrcholovým pórem. Tyto kapradiny jsou bez annulu (prstence). U odvozenějších typů pukala sporangia podélnou štěrbinou nebo měla náznak annulu (prstence), nebo měla skutečný primitivní annulus (např. *Corynepteris*). U vývojově nejpokročilejších typů, leptosporangiátních kapradin, byla sporangia ve skupinách (kupkách), zredukoval se počet vrstev stěn sporangia na jedinou a zmenšila se velikost sporangia viz. Obr. 3. (Brousmitche, 1983). Také dochází během evolučního vývoje ke zmenšování počtu výtrusů ve výtrusnici.

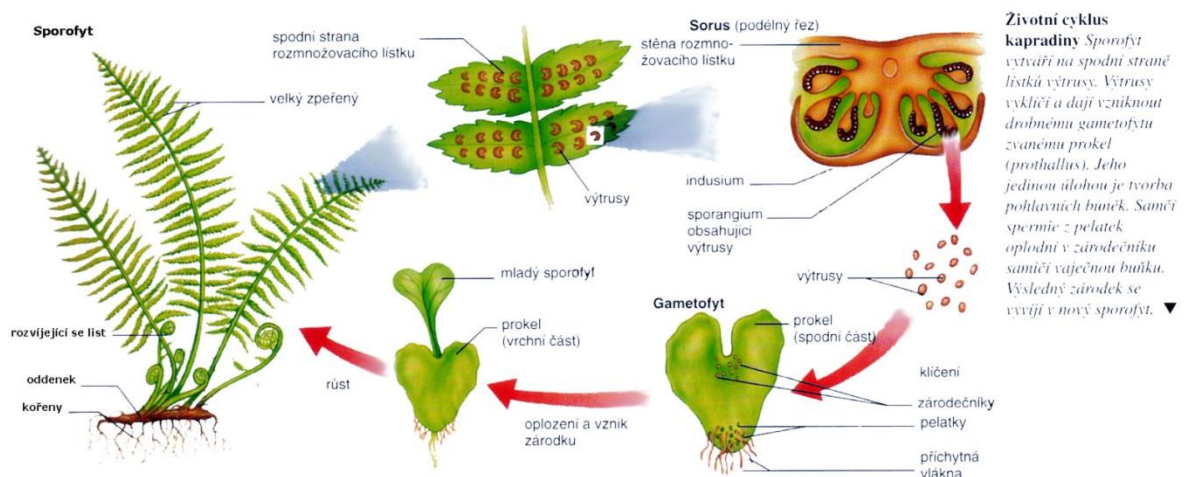
Podle nejnovějšího systému se kapradiny dělí na 4 třídy: *Psilotopsida*, *Equisetopsida*, *Marattiopsida*, *Polypodiopsida* (Smith et al., 2006). V paleontologii se užívají dva paralelní systémy kapradin v závislosti na množství a váhy informací. Umělý, který popsal Kerp (1884), je založen na morfologii listů a celistvý systém, který popsal Sakala a Teodoridis (2008). Celistvý systém je založen na znalosti velkého množství informací o původní rostlině. Což znamená nejen popis morfologie listů, ale i reprodukčních orgánů a kutikul. Tento přístup nám může pomoci přiblížit se skutečnému obrázku o rostlině. S tím je spjat i fakt, že můžeme lépe definovat i ekologické nároky původní rostliny (autekologii). Umělý systém nám dovoluje klasifikovat některé listové formy v sedimentárním záznamu, ale nedovoluje nám vyslovit podrobnější ekologické závěry. Je důležité si uvědomit, že v paleontologii pracujeme s rostlinnými fragmenty, které jsou definovány fenotypem a že není možné definovat genotyp, se kterým se pracuje v recentní botanice.



Obr. 3. Rozdíl v počtu vrstev buněčných stěn u sporangií mezi eusporangiátními typy kapradin a leptosporangiátními typy (<http://www.babylon.com/definition/Eusporangiate/>)

## Rozmnožování kapradin

Během svého životního cyklu prochází kapradiny, jako všechny výtrusné rostliny, tzv. rodozměnou, kdy se střídá gametofytní (haploidní) a sporofytní (diploidní) fáze. U kapradin převažuje sporofytní fáze (vlastní zelená rostlina), která produkuje rozmnožovací útvary nazývané výtrusy neboli spory. Ty jsou uvolňovány do prostředí. Ve vhodných podmínkách klíčí a dají vzniknout gametofytu tzv. proklu. Na proklu se vytváří pohlavní orgány. Archegonia produkují samičí rozmnožovací buňku vaječnou, antheridia produkují bičíkaté samčí rozmnožovací buňky nazývané spermatozoidy. Jejich splynutím vzniká opět diploidní zygota, z níž vyroste nový sporofyt viz. Obr. 4. Typické pro gametofytní fázi je vytváření vegetativních pletiv, na kterých vyrůstá archegonium a antheridium. V sedimentu se dochovávají velmi vzácně. Gametofytní fáze je u všech výtrusných rostlin v paleontologickém záznamu velmi vzácná. Hans Kerp a kol. (2005) popisuje gametofytní fázi z devonu u psilofytních rostlin. U kapradin tato fáze nikdy popsána nebyla. Pravděpodobnost nalézt gametofytní fázi je velmi malá, pouze u mineralizovaných a petrifikovaných rostlin je pravděpodobnost větší. U sporofytní fáze je ze sta procent popisován fenotyp, ne genotyp, tím je vytváření evolučních linií ztíženo. Sporofytní fáze převládá nad gametofytní (Lloyd, 1974; Korpelainen, 1994).



Obr. 4. Vývojový cyklus kapradin ([http://biomach.wz.cz/img\\_bot\\_vyssi2.jpg](http://biomach.wz.cz/img_bot_vyssi2.jpg))

**Funkce leptosporangiální anulární výtrusnice** na příkladu recentní kapradě samce (*Dryopteris filix-mas*): Výtrusnice s annulusem mají dehiscenční aparát v podobě prstence (annulu) tvořeného buňkami se ztlustlými buněčnými stěnami. Při dozrávání výtrusů stěna

výtrusnice vysychá, tenké vnější stěny se prohýbají dovnitř buněk, kohezní síly mezi molekulami vody a vnitřní stěnou buněk annulu stahují silné radiální stěny annulu k sobě, takže v prstenci vzniká napětí a tenká stěna sporangia praská v místě zvaném stomium. Zevnitř vystylá výtrusnici tapetum sloužící k výživě sporogenního pletiva. Při dozrávání výtrusů se buňky tapeta přemění v periplazmodium, které se může podílet na utváření vnější stěny exosporia, a vytvářet tzv. perinium. Spory vznikají z buněk archesporu tetradogenezí (meióza). Výtrusů bývá ve sporangiu kapradě samce 64 nebo 32, jejich velikost se pohybuje v rozmezí 40-60 $\mu$ m (White, 1968; Korpelainen, 1994).

### **Rostlinná stavba kapradiny**

Kořeny kapradin jsou adventivní, bez kořenového vlášení, vyrůstají na oddenku nebo na nadzemních stolonech. Stonek je nečláňovaný, obvykle jen jako oddenek. Kmen ani stonek nemá vyvinuté, až na výjimky, druhotné dřevo. Kapradiny mají již odvozenější typ stéle, sifonostéle až diktyostéle, někdy polystéle. Listy jsou megafylního typu, vyrůstají v přízemní růžici, nadzemní část stonku je zcela zakrnělá. Dochází k diferenciaci listů na sporofyly, list nesoucí výtrusnici a trofofyly, list bez výtrusnic. Listové vějíře jsou složené, zpeřené a u nových listů se vyskytuje circinátní vernace. Na řapících listů, stonků popřípadě i spodní straně listů se mohou vyskytovat trichomy nebo šupinovitě blanité pleviny (paleae). Na bázi listů někdy rostou palisty (aflébie), které chrání iniciační pletiva. Okraj či spodní části listů nesou výtrusnice. Výtrusnice jsou seskupena buď v sořech nebo v synangiích (Lloyd, 1974). U synangia vyrostle několik sporangií z jednoho meristematického pletiva, u soru vyrostlo každé sporangium z vlastní buňky meristemačního pletiva. Na sporangiích je typický annulus (prsteneček), který je tvořen silnostěnnými buňkami a také obústí (stomium), kde v tomto místě po vyschnutí buněk sporangium praskne a dojde k disperzi spor. Kapradiny jsou izosporické, vodní kapradiny například *Salvinia* heterosporické (Litardiére, 1921).

## 5. Systematická část

### 5.1. Eusporangiální typy kapradin

#### 5.1.1 *Scolecopteris* Zenker

1837 *Scolecopteris elegans* Zenker, p. 509, pl. XI

1849 *Scolecopteris* Zenker, Brongniart, p. 27

1885 *Scolecopteris* Zenker, Stur, p. 190

1979 *Scolecopteris* (Zenker) Millay, p. 1 - 69

**Typ rodu a druhu:** *Scolecopteris elegans* Zenker

**Emendovaná diagnóza** – Sporangia klenutá - elipsoidní, retikulární, báze zaoblená a uťatá, hřbetní strana nezřídka vyklenutá, vrchol subkónický, pod vrcholem podélná štěrbina, výše volná, přisedlá nezřídka excentricky mezi sebou víceméně vysoce sroslá, sori receptakulum střední někdy povýšen a výrazně peneliálně tvarované, v transversálních řezech hvězdovitě orientované, přisedlé až krátce stopkaté, rozšířené, střední žilka posledního řádu rozštěpená, superficiální, obvod kulatý, uvnitř okraje seriálně uspořádaný, synangia neurčitá, v průměru 1 – 5 mm, složena ze 3 – 6 hvězdovitě uspořádaných sporangií, při bázi více méně dlouze srostlá, na špičce volná, listy pecopteridního tvaru pravých *Pecopteris* nebo ohromné, u inserce často 3 mm široké, pravděpodobně řapíkatá, při podřádu lysé až mírně chmýřité, bez aflébií

##### 5.1.1.1. *Scolecopteris elegans* Zenker

1837 *Scolecopteris elegans* Zenker

**Historie** – Zenker (1837) definoval poprvé nový druh *Scolecopteris elegans*. Fertilní vzorek měl v mineralizovaném stavu na vybroušeném chalcedonu, stáří saxon. Popisoval jasně zřetelné listy kapradin se sori na spodní straně listů. Synangia zašpičatělá, na jedné společné stopce, lístky zarolované se zubatým okrajem, tvar kopinatého, nasedají celou bázi, střídavě, viditelná střední žilka a vedlejší žilky. Řadil *Scolecoptesis* ke *Gleicheniaceae* nebo *Marattiaceae*. Barther používal druh *Scolecopteris* pro synangia jednoho typu. Synangia se stopkou řazena ke *Scolecopteris* a synangia bez stopky řazena

k *Asterotheca*. Millay (1996) popisuje permineralizované kapradiny, včetně *Scolecoperis* a jeho 26 jednotlivých druhů. Anatomicky zachované fertily olistění marattiálních kapradin bylo historicky definováno souměrností synangia a způsob nasedání lístků na osu (Renault, 1896; Corsin, 1951; Millay, 1978; Millay, 1996). Synangia mohou mít radiální nebo bilaterální symetrii a mohou nést buď pedicel nebo receptakulum. Millay (1979) emendoval diagnózu Zenkera, synangia mají receptakulum nebo pedicel. Millay (1979, 1982) rozdělil známé druhy *Scolecoperis* do čtyř skupin. Skupiny jsou založeny na konstrukci stěn sporangií, morfologii olistění a charakteru spor. První skupina Minor zahrnuje *S. elegans* Zenker, *S. macrospora* Jennings et Millay, *S. revoluta* (Baxter) Millay, *S. minor* Hoskins a *S. saharaensis* Millay. Synangia těchto druhů mají užší bázi a ztlustlý vrchol, spory malé (15 – 25 µm), malý pedicel. Druhá skupina Latifolia zahrnuje *S. latifolia* Graham emend. Millay, *S. salicifolia* Millay, *S. fragilis* Millay, *S. gnoma* Lesnikowska a Millay, *S. incisifolia* Mamay, *S. mamayi* Millay, *S. monothrix* Ewart, *S. parkerensis* Lesnikowska a Willard a *S. vallumii* Millay. V této skupině tenkostěnná synangia kryjí lístky, lístky pravděpodobně nefotosyntetizující, spory ve skupinách, vejčité, typu *Thymospora* Wilson a Venkatachala. Třetí skupina Oliveri má pecopteridní olistění nesoucí silnostěnná synangia, spory velké (40 – 115 µm) a trilétní. Do této skupiny patří *S. oliveri* Scott, *S. charma* Lesnikowska a Millay, *S. onicaulis* Millay, *S. dispora* Lesnikowska a Willard, *S. illinoensis* Ewart, *S. iowensis* Mamay emend. Millay, *S. majopsis* Millay, *S. major* Mamay a *S. parvifolia* (Mamay) Millay. Do poslední, čtvrté, skupiny Alta se sporami oválnými, monolétními a malými (10 – 22 µm) patří *S. alta* (Watson) Millay, *S. altissima* (Mamay) Millay, *S. globiforma* Millay a Galtier, *S. nigra* Millay a *S. unita* (Renault) Millay a Galtier. Stubblefield (1984) rozšířila definici, že *Scolecoperis* zahrnuje malé formy bilaterálních a přisedlých synangií a diskutovala o složitosti přiřazení kompresního fertilyního materiálu *Pecopteris* ke *Scolecoperis*.

**Emendovaná diagnóza** – Synangia na spodní straně listů, shlučená po pěti v jednom soru, krátce stopkatá, vrcholy prodlouženy do špičky. Indusium žádné.

**Číslo vzorku: F1518**

**Lokalita:** Horní Bříza, Na Čabalkách, plzeňská pánev

**Stratigrafický rozsah:** prachovitý jílovec, kladenské souvrství, nýřanské vrstvy (kantabr), nevřeňské souslojí

**Místo uložení:** Západočeské muzeum v Plzni

**Popis – F1518:** Fertilní fragment listového vějíře je cca 30 mm velký viz příloha fototabule I., Obr. 5. Je zachovaná pouze střední část listového vějíře posledního řádu, který je dlouhý více jak 24 mm a široký více jak 10 mm. Tvar listového vějíře není zachován, podle střední části by mohl být laminární. Osa vějíře posledního řádu je rovná, s povrchem s podélným rýhováním, široká necelý 1 mm. Jednotlivé lístky jsou laminárního tvaru a nasedají na osu posledního řádu vstřícně. Lístky mají laminární tvar a jsou dlouhé 4 mm a široké 2 mm, vzájemně se nedotýkají, vzdálenost mezi nimi je cca 0,5 mm. Celá spodní strana listů je pokrytá výtrusnicemi, žilnatina není vidět, výtrusnice jsou vidět pouhým okem.

Sporangia jsou seskupena po čtyřech v synangiích viz. Příloha fototabule I, Obr. 1 – 3, 6. Synangií je až 12 na jednom lístku a nasedají na okraji listů ve dvou řadách naproti sobě. Sporangium je dlouhé 0,8 mm a široké 0,3 mm, vejcovitého – kapkovitého tvaru. Buňky nejsou zcela zřetelné. Spory jsou velmi početné s hladkým povrchem, velké 20  $\mu\text{m}$ , typu *Punctatosporites* sp. (Příloha fototabule I., Obr. 4, 7).

**Diskuze –** Zenker (1837) definoval *Scolecoperis elegans* na petrifikovaném vzorku. Vzorek, F1518, byl ve sbírkách uložen pod sphenopteridním typem *Senftenbergia*, proto byl macerován. Fertilní část listového vějíře je uchována jako zuhelnatělý rostlinný otisk, na rozdíl od původní diagnózy od Zenker (1837) a Millay (1996). Diagnóza *Scolecoperis elegans* odpovídá vzorku F1518. Sporangia i spory jsou velmi dobře zachované. Sporangia jsou seskupena po čtyřech v synangia a spory jsou velmi početné typu *Punctatosporites*.



### 5.1.2 *Zeilleria* Kidston

1877 *Calymnotheca* Stur, p. 255

1884 *Zeilleria* Kidston, p. 590

1911 *Zeilleria* Kidston, p. 45

1914 *Zeilleria* Kidston, Bureau, p. 275

1924 *Zeilleria* Kidston, p. 427

1959 *Zeilleria* Kidston, Remy a Remy, p. 214

1979 *Zeilleria* Kidston, Millay, p. 58

**Typ rodu:** *Zeilleria delicatula* (Sternberg) Kidston

**Historie** – Kidston (1884) popsal rod *Zeilleria* na základě fertilních listových vějířů, a věřil, že je nespécifický se sterilním listovým vějířem *Sphenopteris delicatula* Sternberg. *Zeilleria*, jak používá Kidston (1884), byla limitována na fertilní vzorky ukazující listové šupiny nebo – li listeny kolem reprodukčního orgánu na okrajích segmentů lístků, které jsou více či méně produkovány ve formě pedicelu. Rod *Zeilleria* zařadil Stur (1883) pod rod *Calymmatotheca*, pod tento rod zahrnul (1877) více druhů, fruktifikace byla neznámá. Nathorst (1908) uvedl, že listové šupiny Kidstona byla ve skutečnosti sporangia. Kidston (1924) změnil originální definici o *Zeillerii* a stanovil reprodukční orgány *Zeilleria*, které reprezentují čišky pteridosperm. Popsal nový druh *Z. hymenophylloides* Kidston. Kidston (1924) převedl *Trichomanes moravicum* a *Rhodea minima* na *Zeilleria*. Hartung (1938) maceroval sporangia a úspěšně izoloval trilétní spory s mikroskopickou strukturou v průměru 40 – 50 μm. Shrнул, že *Zeilleria* by mohla představovat spíš fruktifikaci kapradin nebo mikrosporangia pteridosperm. Halle (1933) popsal reprodukční orgány *Zeilleria* jako synangia s třemi až pěti dutinami a přemístil *Carpolithus nathorstii* Arber do *Zeilleria*. Na základě materiálu ze středního pennsylvanu ze západní Virginie, Skog et. al. (1969) definoval *Canipa quadrifida* Skog et al., která je podobná s *Z. avoldensis* (Stur) Kidston. Remy a Remy (1959) zahrnuje rod *Zeilleria* do pteridosperm. Laveine (1970) řadil *Zeilleria (Pecopteris) avoldensis* jako stromovité kapradiny. Thomas a Crampton (1971) se pokusili objasnit pojem *Zeilleria*, považovali *Zeillerii* jako coenopteridní předek

*Marattiaceae*. Brousmiche (1983) umístila *Zeillerii* do skupiny Urnatopteridales. Brousmiche (1883) popsala u *Z. hymenophylloides* 4 – 6 sporangií srostlých pod společné receptakulum. Van Amerom (1988) popsal vzorky z otisků *Z. hymenophylloides* a řadil *Zeillerii* k eusporangiátním kapradinám.

**Diagnóza** – Fertilní a sterilní lístky podobného tvaru. Na okrajích lístků se nachází listové šupiny nebo – li listeny kolem reprodukčních orgánů, které více či méně produkovaly pedicel; v dřívějším stavu jsou listové šupiny kulovité, ale v dospělosti se rozdělí do čtyř chlopní. Mikrosporangia okolo 1 mm v délce, nese je na vrcholu lístků, někdy na krátké stopce tvořen vedlejší žilkou. Na začátku stavu kulovitých nebo oválných, rozdělení zralosti do čtyř a pěti segmentů pro rozšíření spor, segmenty rozloženy ve tvaru čtyř- nebo pěti- cípých hvězd. Kupule semen rozdělena do čtyř nebo pěti chlopní, které se podobně rozprostírají do tvarů čtyř- nebo pěticípých hvězd, větší než u mikrosporangii a měřící přes 3 mm. Olistění typu *Sphenopteris* nebo *Rhodea*.

#### 5.1.2.1. *Zeilleria hymenophylloides* Kidston

1923-1925 *Zeilleria hymenophylloides* Kidston, p. 439, pl. 51, fig. 6 - 8

1928 *Zeilleria hymenophylloides* Kidston, Němejc, p. 1,

1933 *Zeilleria cf. hymenophylloides*, Halle, p. 84

1956 *Zeilleria hymenophylloides* Kidston, Danzé, p. 257

**Typ druhu:** Lektotyp: *Zeilleria hymenophylloides* Kidston

**Emendovaná diagnóza** – Listový vějíř tripinátní, ale pravděpodobně kvadripinátní. Osa vějíře hladká, rovná, více jak 5 mm široká. Listový vějíř předposledního řádu kopinatý, střídavý; osa rovná nebo velmi slabě vlnitá, okřídlená, hladká nebo s jemným podélným rýhováním; listový vějíř posledního řádu kopinatý, střídavé, volné nebo slabě se překrývající; osa rovná, okřídlená. Sterilní lístky střídavé, vejčité, na bázi zmenšené, k ose připojeny rozšířenou bází a dělí se na 2 – 6 jednoduchých, vzácně vidličnatých, tupých nebo tupě špičatých laloků. Žilky se rozdělují jednoduše nebo vidličnatě, prodlouženy na okraj každého laloku nebo zubu; konečný lalok se většinou vidličnatě větví. Fertilní lístky

se slabě zúženými a dlouhými laloky, konečná a vrchní část listového vějíře nese samostatná oválná sporangia.

**Číslo vzorku: F1265**

**Lokalita:** Nýřany, důl Krimich, plzeňská pánev

**Stratigrafický rozsah:** prachovitý jílovec, kladenské souvrství, nýřanské vrstvy (westphal D), nýřanské souslojí

**Místo uložení:** Západočeské muzeum v Plzni

**Popis – F1265:** Osa listového vějíře předposledního řádu je rovná, dlouhá více jak 90 mm a široká více jak 1,3 mm viz. Příloha fototabule II., Obr. 4. Listový vějíř předposledního řádu má tvar kopinatý, ve střední části je vějíř široký 58 mm, postupně se směrem k vrcholu zužuje. Osa vějíře posledního řádu nasedá střídavě po 5 mm na osu předposledního řádu, je rovná s podélným rýhováním, dlouhá 37 mm a široká necelý 1 mm. Listové vějíře posledního řádu se vzájemně nedotýkají nebo se dotýkají laterálně, jsou dlouhé více jak 40 mm a široké více jak 10 mm. Tvar listového vějíře je kopinatý. Jednotlivé lístky nasedají střídavě, jsou laločnaté, dlouhé 5 mm a široké 3 mm. Na spodní straně lístků nasedají sporangia.

Sporangia jsou hruškovitého tvaru, 1,1 mm široká a dlouhá 1,2 mm, viz. Příloha fototabule II., Obr. 1. Spory početné s hladkým povrchem, oválného tvaru, jsou 80 µm dlouhá a 60 – 65 µm široká. Spory rodu *Apiculatisporis* sp. viz. Příloha fototabule II., Obr. 2 – 3. Podařilo se vymacerovat průduchy, o velikosti délky 20 µm a šířky 17 µm, paracytického typu viz. Příloha fototabule II, Obr. 5, 6.

**Diskuze –** Vzorek tohoto druhu byl po maceraci poškozen, sporangia se dosti rozpadala a nepodařilo se vymacerovat annulus. Avšak možná kvůli zachování nebo přílišné době v HF a Schultzeho roztoku se podařilo získat průduchy, které jsou všeobecně obtížnější k vymacerování. Většinou se průduchy z výsledků macerace objevují u pteridosperm (např. Stidd a Stidd, 1976; Stidd, 1988). Velikost a hustota průduchů může odrážet celkové morfologické vlastnosti nebo ekologické preference daného druhu. Průduchy se z macerace ukázaly paracytického typu viz. Příloha fototabule II., Obr. 5 - 6. *Z. hymenophylloides* má mnoho menších průduchů průměrné velikosti 0,02 mm a nachází se v poměrně velké hustotě. To by mohlo nasvědčovat méně vlhkému a stinnému prostředí.

Tato kapradina mohla růst na sušším otevřenějším stanovišti. Také je možné si to vysvětlit s obsahem koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře, kdy v chudých obdobích na CO<sub>2</sub>, mohly mít rostliny průduchy menší a ve větší hustotě (Franks a Beerling, 2009). Dalším vysvětlením je, že kapradina rostla v době, kdy již docházelo k aridizaci, čemuž by nasvědčoval i její výskyt, který je až do stephanu (Brousmiche, 1983).

### **5.1.2.2. *Zeillera avoldensis* Stur**

1878 *Phthinophyllum avoldense* Stur, p. 213

1885 *Calymmatotheca avoldensis* Stur, p. 251, pl. XXXVII., fig. 1

1934 *Zeillera avoldensis* Stur, Simson-Scharold, p. 36

1970 *Zeillera avoldensis* Stur, Thomas a Crampton, p. 283 - 295

1983 *Zeillera avoldensis* (Stur) Brousmiche, p. 215, pl. 52

**Typ druhu:** *Calymmatotheca avoldensis* Stur

**Diagnóza** – Listový vějíř nejméně kvadripinátní, katadromní. Fertilní olistění: vzhled fruktifikace doprovázený redukcí okrajového více či méně zvýrazněná může jít až na jediné zachování žilnatiny; synangia umístěna na vrcholu lístků, na okraji lístku nebo mimo něj, obvykle dva na lístek, složeny ze 3 – 5 sporangií (častěji 4), 1,5 mm dlouhé a 1 mm široké, sporangia v nezralém stavu tvoří kulovité sory, jehož konce se značně liší v dospělosti; spory monolétní, hladké, podobné druhu *Laevigatosporites* Ibrahim, průměr v rozsahu 11 – 36 μ s nejvíce kolem 29 μ. Sterilní olistění typu: osa prvního řádu rovná, osa druhého řádu široká a plochá, pokrytá tenkým podélným rýhováním, listový vějíř posledního řádu kopinatého tvaru, lístky pecopteridního typu, mírně nakloněné k ose a přisedlé celou bází, vrchol zaoblený, okraj vlnitý, zubatý nebo významně laločnatý, střední žilka se dělí střídavě, první větvení je katadromní, vrchní listový vějíř se dvakrát dělí, lístky laločnaté typu *Lobopteris* R. H. Wagner.

**Číslo vzorku:** F1499

**Lokalita:** Nýřany, důl Krimich, plzeňská pánev

**Stratigrafický rozsah:** jílovec, kladenské souvrství, nýřanské vrstvy (westphal D), nýřanské souslojí

**Místo uložení:** Západočeské muzeum v Plzni

**Popis – F1499:** Fertilní listový vějíř je více jak 120 mm dlouhý a více jak 33 mm široký viz. Příloha fototabule III., Obr. 4. Osa vějíře předposledního řádu je rovná, s podélným rýhováním, dlouhá více jak 120 mm a široká 1 mm. Listový vějíř předposledního řádu je dlouhý více jak 120 mm a široký více jak 33 mm. Tvar listového vějíře je kopinatý, k vrcholu se velmi pozvolna zužuje. Listový vějíř je dvakrát lichozpeřený. Osa posledního řádu nasedá střídavě na osu předposledního řádu, v úhlu cca 50°. Osa posledního řádu je rovná s podélným rýhováním, dlouhá více jak 18 mm a široká 0,5 mm. Listový vějíř posledního řádu se k vrcholu pomalu zužuje, tvar má kopinatý. Délka listového vějíře posledního řádu je více jak 2 mm dlouhý a široký 6 mm. Listové vějíře se dotýkají laterálně místy se i překrývají. Lístky jsou laločnaté, dlouhé 4 mm a 2 mm široké a přisedají celou bází. Na konci lístků se nachází sporangia.

Sporangia mají tvar elipsoidní až oválný, necelých 0,8 mm dlouhá a necelých 0,4 mm široká viz. Příloha fototabule III., Obr. 1, 2. Buňky 75 – 80 µm dlouhé. Spory mají hladký povrch a jsou vejčitého tvaru. Spory jsou dlouhé 38 µm a 28 µm viz. Příloha fototabule III., Obr. 3.

**Diskuze –** Stur (1878) poprvé popsal *Zeillera avoldensis* jako *Phthinophyllum avoldense*. Stur tento druh v roce 1885 přepsal na *Calymmotheca avoldensis*. Podle Stura (1885) a Kidstona (1924) má *Calymmatotheca* kupule složené z 5 - 7 laloků. Kidston (1924) řadil *Z. avoldensis* k pteridospermám, avšak neměl k dispozici detaily sporangií a spory. *Z. avoldensis* se nacházela dle Kidstona (1924) v rostlinném společenství s *Alethopteris* Serli, *Linopteris* Munsteri, *Neuropteris* Scheuchzeri, *Annularia stellata*, *Pecopteris integra*, *P. miltoni*. *P. avoldensis* a patřily převážně nejvyššímu westfálu. U Thomase a Cramptona (1970) výsledky macerace ukázaly synangia se třemi až pěti sporangii a stáří westphal C. Dle nich patří rod *Zeillera* k coenopteridním předkům *Marattiaceae*. Dle výsledků macerace *Zeillera avoldensis* patří k eusporangiátním typům kapradin, ne k pteridospermám. Macerace ukázala poměrně velká sporangia. Tato sporangia seskupená v synangiích jsou vidět na vzorku pouhým okem viz. Příloha fototabule III., Obr. 4. Na obr. 2 fototabule III. jsou vidět dvě sporangia, kde každé má svou stopku. Sporangia byla

seskupena pravděpodobně po třech až čtyřech. U tohoto druhu jsou často popisované sterilní listy jako *Pecopteris miltoni*, protože *Z. avoldensis* má pecopteridní typ lístků.

## 5.2 Leptosporangiální typy kapradin

### 5.2.1 *Boweria* Kidston

1911 *Boweria* Kidston, p. 31, fig. 6

**Typ rodu:** *Haplopteris schatzlarensis* Stur

**Emendovaná diagnóza** – Sporangia s annulusem, kulatá až oválná, volná, jednotlivá, pod každou žilkou na okraji lístku, měří v největším průměru cca 0,40 mm. Annulus tvoří pásmo ze dvou řad výrazných buněk, které prochází přes vrchol sporangia a rozšiřují se na malou vzdálenost k okraji. Okraj fertálních lístků trochu redukovaný, segmenty jsou tupé nebo zkrácené a nešpičaté, jako u sterilních lístků.

#### 5.2.1.1. *Boweria schatzlarensis* Kidston

1885 *Haplopteris schatzlarensis* Stur, p. 58, plate 11, fig. 1

1899 *Sphenopteris (Renaultia) schatzlarensis* (Stur) Zeiller, p. 15, pl. I, fig. 11

1910 *Sphenopteris (Renaultia) schatzlarensis* (Stur) Deltenre in Renier, pl. 63

1911 *Boweria schatzlarensis* sensu Kidston, p. 31, fig. 6

1923 *Boweria schatzlarensis* Kidston, p. 292, pl. LXXI, fig. 1 - 6

**Typ druhu:** *Boweria schatzlarensis* Kidston

**Historie** – *Haplopteris schatzlarensis* byl poprvé definován Sturem (1885) z materiálu ze Slezska, vzorek byl jednoduše identifikován, annulus nebyl zmíněn. Kidston (1890) zmiňoval rod *Renaultia schatzlarensis*, avšak ta se liší od *Bowerie* především tím, že později u *Boweria schatzlarensis* popisuje annulus. Zeiller (1899) se krátce zmínil o *Sphenopteris (Renaultia) schatzlarensis*, že není pochyb o tom, mnoho pozorovaných fertálních vzorků řadit k *Renaultia* místo *Sphenopteris*. Scott (1906) typ sporangii podobný *Boweria* dával po rod *Pteridotheca*. Kidston (1911) se prvně zmiňuje u *Boweria schatzlarensis*, že u některých vzorků annulus existuje. Z textu Kidston 1911 není zcela jasné, zda – li Kidston separoval zcela nový „druh“, a nebo zda - li popisuje pod novým rodem fertální druh od původního rodu *Haplopteris*. Kidston (1911, 1923) nedefinoval typ rodu, ale z práce publikované Kidstonem strana 291 vyplývá, že jako typický druh pro rod

*Boweria* bere *Boweria schatzlarensis*. Nedefinoval holotyp, selektuji lektotyp No. 2385. Kidston (1923) u rodu *Boweria* zmiňuje, jak je velmi těžké oddělit od sebe rod *Boweria* a *Renaultia* Zeiller, když jsou sporangia a jeho struktury špatně zachované. *Boweria schatzlarensis* byla původně přiřazena do *Renaultia* Zeiller, spadá však do rodu *Haplopteris* Stur, který ji popsal dříve. *Renaultia* byla popsána se sporangii bez annulusu, zatímco u *Boweria* byl popsán annulus, který je složen ze dvou řad výrazných buněk. Kidston (1923) popsal studovaný vzorek jako druh *B.schatzlarensis* a ne *H.schatzlarensis* na základě morfologie lístků. Brousmiche (1983) řešila problém o druhu *Renaultia schatzlarensis* Stur, zmínila chyby v určování, že Stur měl místo *Haplopteris delicatula* určit nový druh *H. schatzlarensis*. Dále zmiňuje název *R. delicatula* (Sternberg), který měl být popsán jako *R. schatzlarensis* Stur. Brousmiche (1983) popisuje u *R. schatzlarensis* sporangia bez annulusu, která jsou seskupena po 3-5.

**Emendovaná diagnóza** – Listový vějíř dlouhý více jak 30 cm a více jak 30 cm široký, obrysy ovální, vrchol troj- až při bázi čtyřikrát peřenosečný až rozdělený do úkrojků; hlavní osa 2 mm široká, zvlněná, lysá, os prvního řádu více, jsou jemné a lysé, 2 - 5 cm dlouhé, vytváří destičky; segmenty prvního řádu celkem 6 cm dlouhé a 3 cm široké, ve střední a bazální části až 20 cm dlouhé a až 8 cm široké, podlouhlé až kopinatě trojboké; segmenty druhého řádu 1,5 cm dlouhé a až 0,7 cm široké, ve střední a bazální části dosahují až 4 cm délky a 2 cm šířky, obrys kopinatě trojboký; segmenty třetího řádu ve spodní části listu variabilní velikost listu, lysý převážně ve svrchní části listu; segmenty čtvrtého řádu střední části v průměru 4 mm dlouhé a 2 mm široké, podlouhlé, přisedlé, katadromní, zčásti sbíhavé a peřenosečné, list rozdělen do 4 - 5 úkrojků, které jsou kopinaté a zároveň ostré, směrem k vrcholu se list výrazně zmenšuje, spodní úkrojky asi 5 mm dlouhé, vejčité, dvojnásobně zpeřené úkrojky, bazální listy ze čtvrtého řádu kopinaté, špatně zachované; střední žilka terciární až kvartérní, postranní nervy jednoduché nebo vidličnaté; fruktifikace na spodní straně segmentů třetího řádu. Sporangia oválná, 0,4 – 0,5 mm dlouhá, všechna superficiální, retikulátní, obvykle sedící na žilkách posledního řádu.

**Číslo vzorku: lektotyp No. 2385**

**Lokalita:** Brightside sheffield, horizon rock below Haigh Moor Coal

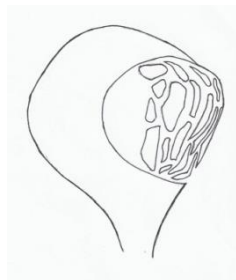
**Stratigrafický rozsah:** westphal B



**Místo uložení:** British Geological Survey v Keyworth v Anglii

**Popis – No. 2385:** Fertilní fragment listového vějíře je více jak 30 mm dlouhý a více jak 30 mm široký viz. Příloha fototabule IV., Obr. 4 - 5. Stonek je téměř rovný, dlouhý více jak 25 mm a široký více jak 1,5 mm. Osa vějíře předposledního řádu je mírně zvlněná a dlouhá více jak 30 mm a široká 1 mm. Osa vějíře předposledního řádu je zvlněná, široká 0,5 mm a dlouhá 25 mm, nese více jak 6 párů segmentů, nasedá střídavě na osu předposledního řádu ve vzdálenosti v průměru 3 mm, v úhlu 45°. Listový vějíř předposledního řádu je dlouhý více jak 27 mm a široký více jak 25 mm, dvakrát lichozpeřený. Jednotlivé listové vějíře předposledního řádu se vzájemně nedotýkají, vzdálenost mezi nimi je v průměru 4 mm. Listový vějíř má kopinatý tvar, postupně směrem k vrcholu se listový vějíř zužuje. Osa vějíře posledního řádu je více jak 6 mm dlouhá a více jak 0,5 mm široká, nasedá střídavě na osu předposledního řádu. Listové vějíře posledního řádu jsou dlouhé více jak 14 mm a široké více jak 6 mm. Lístky jsou sphenopteridního typu, dlouhé 2 mm a široké 1,5 mm, nasedají k ose zúženou bází a v některých případech téměř celou bází viz. Příloha fototabule IV, Obr. 5. A mají laločnatý charakter. Žilnatina vytváří jednu hlavní žilku a vedlejší žilky se dělí dichotomicky. Na spodní straně listů se v jednotlivých lalocích na jejich okraji nachází výtrusnice. Listy a vějířky posledního řádu jsou velmi těžce rozeznatelné.

Sporangií je až 10 na jednom lístku. Sporangia jsou velmi početná, oválného tvaru, o velikosti šířky 0,3 mm a délky 0,4 mm. Buňky na stěně výtrusnice jsou dvojího typu, silnostěnné buňky dle macerace tvoří laterální annulus viz. Příloha fototabule IV, Obr. 1, 2. Tenkostěnné buňky tvoří zbytek výtrusnice. Silnostěnné buňky jsou tafonomickými procesy deformované, dlouhé 47 – 68  $\mu\text{m}$ , široké 8 – 12  $\mu\text{m}$ , tetragonální až pentagonální. Spory jsou velké 40  $\mu\text{m}$  s hladkým povrchem, viz. Příloha fototabule IV, Obr. 3.



Obr. 5. Silnostěnné buňky tvořící laterální annulus ( délka sporangia 0,4 mm)

**Diskuze** – V původní diagnóze *Haplopteris schatzlarensis* Stur (1885) nepopisoval annulus, jen zmínil buňky na sporangiu. Definoval tento druh především dle morfologie listů. Kidston roku 1911 již annulus popsal jako pásma dvou řad buněk. Kidston zprvu kvůli horšímu zachování vzorku zaměnil rod *Boweria* s *Renaultia*, avšak při pozdějším zkoumání zjistil, že *Renaultia* je bez annulu na rozdíl od *Boweria*. Kidston (1923) popisuje u *Boweria* prstencový annulus. Na vzorku No. 2385 je macerací velmi jasně vidět místo prstencového annulu laterální annulus, který je tvořen silnostěnnými buňkami. Na annulu viz. Obr. 5. jsou zřetelně vidět tři řady silnostěnných buněk a není však vyloučené, že jich bylo až pět.

## 5.2.2 *Myriotheca* Zeiller

1883 *Myriotheca* Zeiller, p. 186, pl. 9, fig. 18-20

**Typ rodu:** *Myriotheca desaillyi* Zeiller, 1883

**Diagnóza** – Lístky celistvé, na bázi listového vějíře inklinují k rozdělení na tři tupé laloky, na bázi jsou velmi lehce zúžené a připomínají menšími rozměry *Sphenopteris neuropteroides* (Boulay). Spodní strana lístků zcela zakryta uspořádanými sporangii. Tato sporangia jsou elipsovité a měří 0,35 mm v délce a 0,25 mm v šířce. Sporangia jsou seskupena do sorů (výtrusnicových kupek). Některá z nich mají jedno pásmo buněk lehce zúžené a některá jsou uzavřena v dlouhé navazující linii, jejichž pozice odpovídá přesně této skupině.

### 5.2.2.1. *Myriotheca anglica* Kidston

1883 *Myriotheca* Zeiller, p. 186, pl. 9, fig. 18-20

1888 *Myriotheca* Zeiller, p. 32, 140, fig. 19

1923 *Myriotheca anglica* Kidston, p. 366, pl. LXXVI, fig. 1, 2, 2a, 3 - 6

1977 *Myriotheca* Zeiller, W. Remy a R. Remy, p. 161

1983 *Myriotheca* (Zeiller) Brousmiche, p. 219

**Typ druhu:** *Myriotheca anglica* Kidston

**Historie** – Zeiller (1883) definoval rod *Myriotheca* na malém vzorku fertálních listových vějířů. Potonié (1900) určil stejné uspořádání fruktifikace jako rod *Polytheca*. Kidston (1923) srovnával sporangia *Myriotheca anglica* a *Myriotheca Desaillyi* Zeiller, řadil *M. anglica* k pteridospermám. Danzé (1956) zařazoval *Myriotheca* mezi eusporangiátní typy kapradin a popisoval sporangia se dvěma typy buněk a s elementy, které tvoří zónu pukání. Danzé (1956) také studoval spory *in situ* a přiřazoval je k typům *Punctatisporites* (Ibrahim) Potonié et Kremp, *Camptotriletes* Naumova nebo *Granulatisporites* (Ibrahim) Potonié et Kremp a přiřazoval tento rod k eusporangiátním kapradinám. Němejc (1963) popisuje pozici sporangií rodu *Myriotheca*, která jsou hustě nahloubená po celé spodní straně lístků. U *M. anglica* zmiňuje lístky pecopteridního vzhledu. Brousmiche (1983)

odebrala vzorky, ze kterých Kidston definoval *Myriotheca anglica* a *M.scaberriana* a souhlasila s typem spor *Camptotriletes* Naumova. Brousmiche (1983) měla jiné výsledky než Pfefferkorn (1971), který popisoval u těchto druhů typ spor *Punctatisporites*.

**Diagnóza** – Listový vějíř tripinátní. Osa vějířku předposledního řádu rovná, tečkovaná, široká 1,5 mm i širší. Vějíře posledního řádu střídavé, volné nebo se laterálně dotýkají, odchyľují se z hlavní osy předposledního řádu téměř v pravém úhlu, laminární, zužování ve vrchní části do ostrého vrcholu listu. Osa vějíře posledního řádu rovná, tečkovaná a nese 17 párů lístků. Listový vějířek posledního řádu 4 cm dlouhý. Lístky nasedají střídavě, jsou podlouhlé, veliké více jak 4 mm, vzájemně se nedotýkají, rostou z osy posledního řádu téměř v pravém úhlu. Přisedají celou bází a celá spodní část listu je pokrytá sporangii. Sporangia jsou bez annulu.

Sporangia velmi početná, volná, bez stopky, oválná, protáhlá k bázi a tence zašpičatělá na vrcholu, jsou kolem 0,70 – 0,75 mm dlouhá a 0,50 mm široká, buňky na stěnách sporangia větvenovité, třikrát delší než širší. Spory velké, velmi početné s hladkým povrchem a rozšiřujícím se vrcholem. Většina je v průměru od 70  $\mu$ m do 82  $\mu$ m, s vyskytujícími se několika dalšími v průměru kolem 50  $\mu$ m. Sterilní stav listového vějíře je neznámý.

**Číslo vzorku: lektotyp E4146**

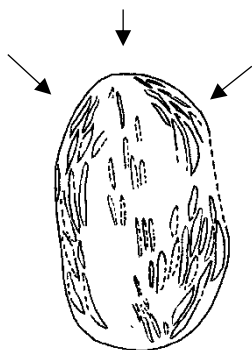
**Lokalita:** Avenue No. 9 Colliery, Chesterfield Derbyshire

**Stratigrafický rozsah:** westphal B

**Místo uložení:** British Geological Survey v Keyworth v Anglii

**Popis – E4146:** Fertilní fragment listového vějíře je více jak 70 mm dlouhý a více jak 40 mm široký viz. Příloha fototabule V., Obr. 3, 7. Osa vějíře předposledního řádu je rovná a dlouhá více jak 70 mm a široká necelé 2 mm. Osy vějířů posledního řádu jsou mírně zvlňené, široké 0,5 mm a dlouhé 35 mm, nasedají střídavě po 5 mm a téměř v pravém úhlu na osu předposledního řádu. Listový vějíř posledního řádu je dlouhý více jak 35 mm a široký více jak 9 mm. Jednotlivé listové vějíře posledního řádu se vzájemně nedotýkají, vzdálenost mezi nimi je v průměru 3 mm. Listový vějíř má prodloužený laminární tvar a nese více jak 10 párů lístků. Lístky nasedají k ose jemně zúženou bází, střídavě a mají lineární tvar. Žilnatina je nezřetelná. Spodní část lístků je pokryta sporangii.

Sporangia jsou početná a dobře zachovaná, bez stopky, oválná, protáhlá a zašpičatělá na vrcholu, dlouhá 0,65 – 0,87 mm a široká 0,50 – 0,54 mm. Sporangia jsou seskupena do sorů nebo – li výtrusnicových kupek po čtyřech viz. Příloha fototabule V., Obr. 1. Stěnu sporangia tvoří pentagonální až hexagonální buňky viz. Příloha fototabule V., Obr. 5. Buňky jsou trojího typu. Prvním typem jsou tenkostěnné buňky, které vytváří zónu pukání výtrusnice. Zóna pukání sporangia tvořena užšími buňkami se nachází, jako pás uprostřed mezi silnostěnnými buňkami viz. obr. 6. a viz. Příloha fototabule IV, Obr. 2. Druhý typ vytváří dle macerace laterální viz. obr. Příloha fototabule V., Obr. 2. nebo speciální typ annulu po obou stranách, kde se silnostěnné buňky vyskytují. Buňky jsou dlouhé 50 – 70  $\mu\text{m}$  a široké 24 – 30  $\mu\text{m}$ . Spory mají velmi početné s hladkým povrchem, kulaté o velikosti 0,05 mm viz. Příloha fototabule V., Obr. 6.



Obr. 6. Postranní šipky ukazují annulus, šipka uprostřed zónu pukání ( délka sporangia 0,8 mm)

**Diskuze** – Již Zeiller (1883) popsal u *Myriotheca* sporangia seskupená v sorech a zónu pukání. Kidston (1923) popisoval sporangia *Myriotheca anglica* Kidston, která byla dvakrát větší než u *Myriotheca Desaillyi* Zeiller, ale umístění sporangií u *M. anglica* je bez uspořádání na lístku na rozdíl od *M. Desaillyi*. Další rozdíl je v lístcích, kde lístky u *M. anglica* mají dle Kidstona (1923) pecopteridní zjev, zatímco *M. Desaillyi* má lístky sphenopteridního typu. Dle Kidstona je *M. anglica* pravděpodobně pteridosperma. Danzé (1956) řadil *Myriotheca* k eusporangiátním typům kapradin. Dle sphenopteridních lístků a výsledků z macerace by měla být řazena k pravým kapradinám. Sporangium vyšlo anulátní. Buď se speciálním typem annulusu po obou stranách sporangia nebo s laterálním annulusem. Annulus tvoří tři až čtyři viditelné řady buněk svislého směru, které prochází od vrcholu až k bázi, po celých obou stranách. Buňky sporangia jsou velmi dobře zachované. V Příloze fototabule V., Obr. 4. Je možné vidět vrchol sporangia, kde se buňky stahují do špičky. Zóna pukání je tvořena ze dvou až tří řad tenkostěnných buněk, které směřují od vrcholu k bázi. Třetí typ buněk, obyčejné buňky, nejsou tak dobře zachované, a

jsou hexagonálního typu. Tvoří zbytek sporangia mezi zónou pukání a annulusem, když vezmeme v úvahu speciální typ annulusu.

### 5.2.3 *Tenchovia* Pšenička a Bek

2004 *Tenchovia* Pšenička a Bek, p. 72, pl. I., II.

2004 *Tenchovia bulgariaensis* Pšenička a Bek, p. 72, pl. I., II.

**Typ rodu:** *Renaultia chareophylloides*

**Diagnóza** – Listový vějíř více než bipinátní. Lístky sphenopteridního typu. Sporangia nahromaděna v sorech na vrcholu laloků, bez uspořádání. Sori bez indusia umístěná na konci vedlejších žilek, připojené receptakulem, a obsahující 4 – 6 laterálně anulátních sporangií. Annulus umístěn blízko báze sporangia, zahrnuje  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{2}{3}$  celého obvodu sporangia, skládá se ze tří řad silnostěnných buněk. Sporangium přerušeno stomiem, skládající se z prodloužených buněk od báze procházející přes vrchol a končí blízko annulusu. Stomium je umístěno na opačné straně sporangia než annulus. Trilétní spory trojúhelníkovité, kruhovitě. Vnější obal spory jemně zrnitý.

#### *Haplopteris crépini* Stur

1885 *Haplopteris Crépini* Stur, p. 54, pl. XLI, fig. 5, 6

1888 *Renaultia* Zeiller, p. 28, fig. 15

1923 *Renaultia Crépini* (Stur) Kidston, p. 320, pl. LXXX, fig. 7

1956 *Renaultia Crépini* (Stur) Kidston, Danzé, p. 207, pl. XXXIII, fig. 3, 3a

1983 *Renaultia Crépini* (Stur) Kidston; Brousmitche, p. 30, fig. 36

**Typ druhu:** *Haplopteris crépini* Stur

**Historie** – Stur (1885) definoval druh *Haplopteris crépini*. Zeiller (1888) vymezil rod *Renaultia* podle fertálních listových vějířů, kde nacházel a popisoval pecopteridní *Sphenopteris* nebo *Sphenopteris-Dicksonioides* od Schimper. Řadí tento nový rod podle sporangií k *Marattiaceae* nebo k *Osmudaceae*. Zeiller (1899) *Sphenopteris* (*Renaultia*) *crépini* potvrdil, že by se měly od sebe tyto dva druhy *S. crépini* a *R. crépini* od sebe řádně definovat. Kidston (1923) popisuje *R. crépini* na základě morfologie listů, zmiňuje, že jeho dva vzorky jsou celkově menší, fruktifikaci nepopisuje, odkazuje na Sturův popis (1885). Němejc (1937) popisuje pouze sterilní listové vějíře větší velikosti než popsané Sturem,

Kidstonem, proto definoval *Renaultia cf. crépini* Stur. Němejc (1963) poukazuje u *Renaultia* pouze na tvar seskupených sporangií, které jak píše, jsou vejcovitá až kulatá, bez annulusu, pukající apikálním pórem. Brousmiche (1983) zmiňuje široké stratigrafické rozšíření *R. crépini*, od namur C (Stopa, 1957; Brousmiche, 1983) do westphal C (Danzé, 1956), a typy spor *Cyclogranisporites* Potonié et Kremp.

**Diagnóza** – Segmenty prvního řádu až 100 mm široké, osa nitkovitá, na bázi nevýrazně ochlupená, téměř lysá, trochu zvlněná, celkový obrys listového vějíře kopinatě-špičatý; osa druhého řádu nitkovitá, zvlněná, dosahující až 50 mm, listový vějíř se směrem ke špičce výrazně zužuje; segmenty třetího řádu dlouhé 8 – 6 mm a až 4 mm široké, směrem k vrcholu se výrazně zmenšují, podlouhle-oválné, přisedlé, vrchol zaokrouhlený a pinátně rozdělený; segmenty čtvrtého řádu obrysu okrouhlého, listy sinuátně oddáleně zubaté; žilnatina segmentů třetího řádu dobře zachovaná, střední žilka mírně zvlněná, žilky pinátní, postranní žilky čtvrtého řádu jednoduché nebo vidličnaté, střední a spodní žilky často pinátní, rozděleny do 3 – 4 jednoduchých žilek, vzácně i vidličnaté; fruktifikace na spodní straně žilek třetího řádu, na listech, které jsou podobné sterilním; sporangia oválná, 0,3 – 0,4 mm dlouhá, všechna na povrchu retikulátně-foveolátní, pravděpodobně na žilkách posledního řádu přisedlá jednotlivě nebo ve dvojicích, trojicích nebo i ve čtveřicích, listy paralelní s obloučky na okraji segmentů třetího řádu.

### 5.2.3.1. *Tenchovia crépini* (Stur) comb. nov.

**Vzorek:** E6821

**Lokalita:** Břasy, břaský revír, radnická pánev

**Stratigrafický rozsah:** prachovitý jílovec, ve stropu svrchní radnické sloje, kladenské souvrství, radnické vrstvy (bolsov), radnické souslojí

**Místo uložení:** Národní muzeum v Praze

**Popis** – **E6821:** Fertilní fragment listového vějíře předposledního řádu je více jak 95 mm dlouhý a více jak 35 mm široký, směrem k vrcholu se střední část listového vějíře poměrně rychle zužuje viz. Příloha fototabule VI. Obr. 2, 6. Listový vějíř předposledního řádu je kopinatý, dvakrát lichozpeřený. Osa vějíře předposledního řádu je rovná, široká 35 mm, na povrchu podélně rýhovaná. Osy vějířů posledního řádu nasedají střídavě na osu



předposledního řádu v úhlu cca 45°. Osa vějířku posledního řádu je mírně zvlněná a nese více jak 5 párů lístků, které střídavě nasedají. Vějíře posledního řádu se vzájemně nedotýkají. Vějíř posledního řádu je lichozpeřený, má tvar kopinatý. Listové vějíře jsou proměnlivé délky, kde nejdelší jsou ve spodní části vějíře a postupně se k vrcholu zužují. Délka je více jak 20 mm, šířka více jak 12 mm. Okraj listové čepele je nezřetelný. Lístky jsou sphenopteridního typu, na bázi široké více jak 6 mm a dlouhé více jak 10 mm, rozděleny do prodloužených úkrojků, kde jednotlivé úkrojky jsou většinou trojlaločnaté. Lístky se směrem k vrcholu postupně zužují. Mají nevýraznou střední žilku, vedlejší žilky jsou jednoduché, maximálně se dělí vidličnatě. Na spodních stranách lístků se nachází sporangia.



Obr. 7. Rekonstrukce listového vějíře *Tenchovia crépini* (délka listového vějíře 20 mm)

Sporangia jsou seskupena ve výtrusnicových kupkách v počtu sedm. Sporangia jsou vejcovitého tvaru, dlouhá 0,28 mm a široká 0,26 mm. Vnější povrch sporangia ukazuje tři typy buněk. Buňky silnostěnné tvoří laterální annulus, který je dobře zachován, viz. Obr. 8. a Příloha fototabule VI., Obr. 1, 4. Na sporangii je velmi dobře zachován vrchol sporangia a zóna pukání sporangia, která je složena z tenkostěnných buněk viz. Příloha fototabule VI, Obr. 1, 3. Buňky silnostěnné jsou tetragonální, široké 8-13  $\mu\text{m}$  a dlouhé 40 – 65  $\mu\text{m}$ . Spory jsou početné a je možné je přiřadit k disperznímu druhu. Spory mají hladký povrch, jsou trilétní a jsou velké cca 40  $\mu\text{m}$  viz. Příloha fototabule VI, Obr. 5. Spory řadíme k typu *Leiotriletes*.



Obr. 8. Sporangium se silnostěnnými buňkami tvořící annulus (délka sporangia 0,28 mm)

**Diskuze** – Stur (1885) popsal *Hapalopteris* na sterilním listovém vějíři. V té samé publikaci (1885) popsal i *Hapalopteris crépini* se sporangii velkými cca 0,3 mm. V maceraci vyšel, kromě stejné velikosti sporangii, která byla seskupena po sedmi

v sorech, i tři typy buněk, z nichž ty silnostěnné tvoří laterální annulus. Annulus u rodu *Renaultia* nikde zatím popsáný nebyl, a proto nesouhlasí s diagnózou rodu *Renaultia* od Zeiller (1883). Pšenička a Bek (2004) popsali nový rod pro leptosporangiální typy kapradin, které mají sporangia s laterálním annulusem. U rodu *Tenchovia* Pšenička a Bek je popsáný a vyobrazený laterální annulus a jejich výsledky ze SEMu jsou velmi podobné mým. Ze stejné lokality a polohy byla k dispozici sterilní část listového vějíře, která odpovídá *Renaultia crépini* a je asociovaná s fertilní částí. Tyto dva vzorky E6821 a E1516 jsou popsány ve sbírkách Němejce pod *Renaultia crépini*, pocházejí i ze stejné lokality. Na první pohled je zajímavá srovnatelnost listového vějíře sterilního a fertilního. Oba listové vějíře mají kopinatý tvar a lístky laločnaté. Lístky fertilního vzorku E6821 a lístky sterilního vzorku E1516 jsou velmi rozdílné. Fertilní listový vějíř se rychleji zužuje do kopinatého tvaru a celkově má lístky o hodně užší a podlouhlejší než jsou lístky sterilní. Žilnatina se větví vidličnatě u obou vzorků. Sterilní lístky jsou však mnohem objemnější. Zdá se, že se jedná o dva druhy rostlin a kvůli fertilnímu vzorku E6821 se zřetelným laterálním annulusem je tento vzorek navrhnout jako *Tenchovia crépini*. Původní diagnóza *Haplopteris crépini* již odpovídá mé diagnóze a proto bylo zanecháno druhové jméno *crépini*. Pod rod *Tenchovia* jsou popsány druhy sphenopteridních typů kapradin, které mají laterální annulus, proto je navrhnout nový název rodu *Tenchovia*. Sporangia se u *Tenchovia crépini* nachází ve spodní části, asi do 2/3 listového vějíře zachovaného vzorku. Čím spodněji listového vějíře se dostáváme, tím více sporangií na jednom lístku nalézáme. Počet sporangií na spodním lístku je až 20.

## 5.2.4 *Sturia amoena* (Stur) Němejc

1934 *Sturia amoena* (Stur) Němejc, p. 15, fig. 1

**Typ rodu:** *Sturia amoena* (Stur) Němejc

**Emendovaná diagnóza** – Sporangia volná, nemají pedicel, vejčítá, 0,4 – 0,5 mm dlouhá, skládají se ze skupin s nepravidelným počtem sporangií na posledních lístcích. Jejich stěny jsou úzké, mají podélně prodloužené buňky, annulus zřetelný, umístěný přes vrchol sporangia, nekompletní, vytváří kruh, zahrnuje asi 2/3 z obvodu sporangia, annulus složen ze dvou řad buněk, buňky annulu dvakrát větší než ostatní buňky na stěně sporangia. Sporangia nevytvářejí pravidelné sory, ale jednoduše shromažďovány do skupin obsahující proměnlivý počet sporangií.

### *Haplopteris amoena* Stur

1885 *Haplopteris amoena* Stur, p. 52, pl. XLI, fig. 7, 7a

1911 *Sphenopteris amoena* (Stur) Kidston, p. 15, pl. VI, fig. 2

1934 *Sturia amoena* (Stur) Němejc, p. 2, fig. 1-6

1956 *Sturia amoena* Stur, Danzé, p. 370, pl. LXXII, fig. 4, pl. LXXIII

1977 *Sphenopteris (Sturia) amoena* Alvarez Ramis, p. 142, pl. I, fig., 1, 2, 3, 4

1983 *Sturia amoena* (Stur) Němejc; Brousmiche, p. 73-74, fig. 78

**Typ druhu:** *Haplopteris amoena* Stur

**Historie** – Stur (1885) popsal rod *Haplopteris* ze sterilního vzorku listového vějíře. Později se však ukázalo, že byly k tomuto rodu přiřazeny i jiné typy reprodukčních orgánů, které se ukázaly jako rody *Renaultia*, *Boweria* aj. Kidston (1911) definoval druh *Sphenopteris amoena* na sterilních listových vějířích. Němejc (1934) definoval nový rod *Sturia amoena* na fertlním vzorku. Studoval sterilní i fertlní vzorky *Sphenopteris (Haplopteris) amoena*. U *Sturia amoena* přiřazoval umístění annulusu k podobě jako u *Boweria* nebo *Oligocarpia* a zároveň se od *Boweria* liší tím, že má zřetelné aflébie. Němejc (1934) porovnává také *S.amoenu* s *Pteridotheca* Scott, ale dodává, že nejsou známy sterilní listy *Pteridotheca* a proto je velmi těžké je srovnávat, avšak *Pteridotheca* je

starší druh než *Sturia*. Gothan (1941) na stejné morfologii listového vějíře synonymizoval jeho *Sphenopteris schilleri* se *S.amoena*. Danzé (1956) předpokládal příbuznost *S. amoena* s *Loxsomaceae*.

**Diagnóza** - Hlavní osa listového vějíře 4 mm široká, podélně vrásčitá, slabě vlnitá, na přisedlých osách prvního řádu jsou listové aflébie; aflébie přisedají na větve symetricky, jsou 20 - 25 mm dlouhé, jednotlivé listové vějíře na spodu pinátní, mají lineární špičaté úkrojky, vrcholové listové vějíře prvního řádu podobné listovým vějířům třetího řádu, neboť nesou další úkrojky, jsou delší a zašpičatělé; listové vějíře prvního řádu pravděpodobně až 150 mm dlouhé a 40 mm široké, směrem k vrcholu výrazně zúžené, mají lineárně-kopinatý obrys; osa listového vějíře druhého řádu nasedá střídavě, je zvlněná, listový vějíř druhého řádu až 25 mm dlouhý a 10 mm široký, obrys podlouhle-kopinatý; osa vějíře třetího řádu nese 8 - 9 párů lístků, listové vějíře třetího řádu ve spodní části krátce řapíkaté, ve vrcholové části jsou přisedlé respektive katadromně sbíhavé, až 6 mm dlouhé, u báze 4 mm, oválné, zúžené, špička zaokrouhlená, rozdělena pinátně; listové vějířky čtvrtého řádu obvykle 6 - 1 jařmé, lístky 2 mm dlouhé, ke špičce výrazně menší, oválné, spodní přisedlé, vrchní katadromně sbíhavé, u osy třetího řádu žilka dosahuje až na okraj listu, lístek má 4 - 1 laloky, laloky jsou zaokrouhlené, vrchol okrouhlý; sporangia uspořádaná v sorech, annulus složen ze dvou řad buněk, prochází 2/3 největšího průměru sporangia.

**Vzorek: lektotyp E5083**

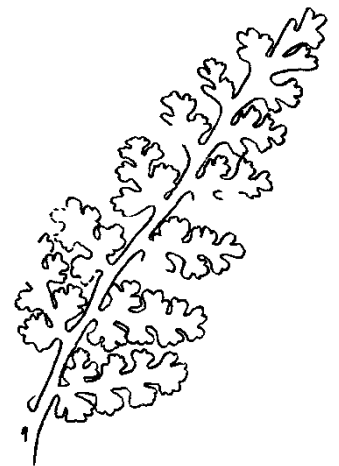
**Lokalita:** Břasy, břaský revír, radnická pánev

**Stratigrafický rozsah:** prachovitý jílovec, ve stropu svrchní radnické sloje, kladenské souvrství, radnické vrstvy (bolsov), radnické souslojí

**Místo uložení:** Národní muzeum v Praze

**Popis – E5083:** Fertilní fragment listového vějíře. Stonek je slabě zvlněn a je dlouhý více jak 150 mm a široký více jak 5 mm viz. Příloha fototabule VI., Obr. 4, 7. Osa listového vějíře předpředposledního řádu je také mírně zvlněná, její fragment je více jak 65 mm dlouhý a více jak 2 mm široký, nasedá na stonek téměř v pravém úhlu. Tvar listového vějíře předpředposledního řádu není zachován, na vzorku je zachována pouze střední část

listového vějíře. Osy vějířů předposledního řádu nasedají téměř v pravém úhlu na osu předpředposledního řádu, střídavě po 8 mm. Osa vějíře předposledního řádu je velmi slabě zvlněná, dlouhá více jak 40 mm a široká 1,8 mm, nese více jak 9 párů segmentů. Listový vějíř předposledního řádu je dvakrát lichozpeřený, tvaru kopinatého, dlouhý více jak 40 mm a široký více jak 17 mm a postupně se směrem k vrcholu zužuje viz. Obr. 9. Jednotlivé vějíře předposledního řádu se vzájemně nedotýkají, vzdálenost mezi nimi je až 2 mm, nebo se dotýkají laterálně, místy se i překrývají, ale to je způsobeno zachováním. Osa listového vějíře posledního řádu je dlouhá více jak 6 mm a široká více jak 0,5 mm a nese více jak 5 párů lístků. Listový vějíř posledního řádu je dlouhý více jak 7 mm a široký u báze více jak 5 mm a rychle se směrem k vrcholu zužuje. Listový vějíř je lichozpeřený, má laminární tvar. Jednotlivé vějíře posledního řádu se vzájemně nedotýkají, vzdálenost mezi nimi je v průměru 0,5 mm. Lístky jsou sphenopteridního typu, dřipené do segmentů a jsou troj- až čtyřlaločné, přisedají na osu zúženou bází. Hlavní žilka je nevýrazná, vedlejší žilky se dělí vidličnatě. Sporangia se nachází na spodní straně lístků, ve spodní části listového vějíře.



Obr. 9. Rekonstrukce listového vějíře *Sturia amoena* (délka listového vějíře 40 mm)

Sporangia jsou seskupena do výtrusnicových kupek, mají kulovitý až hruškovitý tvar a jsou velká v průměru 0,3 mm viz. Obr. 10. a Příloha fototabule VII., Obr. 6. Z macerace po Schultzově roztoku je vidět velmi dobře zachovaný prstencový annulus, který je tvořen silnostěnnými buňkami viz. Příloha fototabule VII., Obr. 1, 5. a stopka viz. Příloha fototabule VII., Obr. 1. Silnostěnné buňky jsou dlouhé 30 – 50  $\mu\text{m}$  a široké 18 – 22  $\mu\text{m}$  a mají pentagonální až hexagonální tvar. V prstencovém anulusu jsou umístěny ve dvou řadách. Dále je vidět vrchol sporangia, zóna pukání sporangia z tenkostěnných buněk a obyčejné buňky obklopující zbytek sporangia viz. Příloha fototabule VII., Obr. 2. Tenkostěnné buňky jsou dlouhé 40 – 45  $\mu\text{m}$  a široké 8 - 10  $\mu\text{m}$  v osmi řadách. Spory jsou početné a velké v průměru 50  $\mu\text{m}$ , nejspíše monolétního typu rodu *Punctatosporites*, viz. Příloha fototabule VII., Obr. 3.



Obr. 10. Sporangium se silnostěnnými buňkami tvořící annulus ( délka sporangia 0,3 mm)

**Diskuze** – První zmínky popisované Sturem (1885), Kidstonem (1911) o *Sturia amoena* byly na sterilních listových vějířích určena pod *Haplopteris amoena*. Až Němejc (1934) popsal druh na stejném fertilním vzorku uloženém v Národním muzeu, který byl k dispozici pro maceraci do této práce také. Němejc (1934) porovnává podobu sporangií *S.amoena* podle umístění annulusu k *Boweria* a podle počtu řad buněk u annulusu k *Oligocarpia*. Němejc (1934) popisuje sporangia v průměru 0,4 mm velká, dle mých výsledků macerace byla velká 0,3 mm a seskupena v sorech. Na sporangiích je vidět velmi dobře z macerace po Schultzovu roztoku prstenový annulus, který je tvořen dvěma až třemi řadami převážně hexagonálních buněk viz. Obr. 10. Prstencový annulus se vyskytuje téměř přes celý obvod sporangia, rozděluje ho pouze zóna pukání sporangia tvořená z osmi řad tenkostěnných buněk viz. Příloha fototabule VII., Obr. 2, která směřuje od vrcholu do poloviny délky sporangia, možná až k bázi, ale to je prozatím spekulující. Prstencový annulus ani zóna pukání sporangia u druhu *Sturia amoena* nebyli dosud popsány. Sporangia se na listovém vějíři nachází ve spodní části cca do poloviny listového vějíře předposledního řádu.

## 5.2.5 *Discopteris* Stur

1885 *Discopteris* Stur, p. 140, fig. 21

1900 *Discopteris* Stur, Zeiller, p. 235

1934 *Discopteris* Stur, Němejc, p. 12

1983 *Discopteris* Stur, Brousmiche, p. 279, fig. 80

**Typ rodu:** *Discopteris karwinensis* Stur, 1883

**Emendovaná diagnóza:** Sporangia superficiální, volná, annulus rudimentální na konci řada retikulátní; sori diskovitého tvaru, složeny ze 70 – 100 sporangii, do kulatého receptakula, konkávní nebo konvexní tvar, přiléhající, nepravidelně uspořádané, přisedlé, na spodní straně listů na špičce nebo uvnitř rozděleny na primární a sekundární ušty, terciární ušty zcela výjimečně, bez aflébií, stopkaté, sekundární ušty v bazální části, terciární a čtvrtoradé jsou přeměněny do aflébií.

**Historie** – Stur (1883) založil rod na vzorcích fertálních listových vějířů zachovaných v kompresi, které nesou sori s několika sporangii s annulusem. Stur (1883, 1885) přiřazoval *Discopteris* do rodu *Marattiaceae*. Stur (1885) vybral dva druhy, *D. karwinensis* Stur (se sori na konci lístků) a *D. schumannii* Stur (se sori mezi okrajem lístků a hlavní žilkou). Stur (1883, 1885) definoval dva nové druhy *D. vuellersii* Stur a převedl dva druhy do rodů, *D. goldenbergii* (Andrae) Stur a *D. coemansii* (Andrae) Stur. Zeiller (1888) zachoval definici rodu a zjistil, že počet sporangií v sorech je nižší, než popisuje Stur. Zeiller (1888) stanovil *D. rallii* Zeiller. Zeiller (1888) řadil *Discopteris* k *Osmundaceae*. Později Zeiller (1899) popsal sporangiální textury následujících druhů: *D. rallii* a *D. cristata* (Brongniart) Zeiller, *D. karwinensis* a *D. schumannii* a uzavřel to tím, že *Discopteris* souvisí s recentním rodem *Angiopteris* Hoffmann. Zeiller (1888, 1899) předpokládal, že se na sporangiích nevyskytoval typický annulus. Zeiller (1899, 1900) popisoval, že *Discopteris* je přechodná podoba mezi typem sporangia s annulusem a bez annulusu. Seward (1910) podle morfologie sporangia řadil *Discopteris* k *Marattiaceae*, *Osmundaceae* nebo *Cyatheaceae*. Gothan (1913) stanovil dvě skupiny: *Discopteris* – *Acrotheca* Gothan a *Eudiscopteris* Gothan, které byly založeny na rozdílných pozicích sorů na lístcích. *Acrotheca* byla definována jako kapradina s reproduktivními orgány typu *Discopteris*, kde výtrusnicové kupky (sori) byly situovány mezi okrajem lístku a hlavní žilkou. Hirmer

(1927) řadil *Discopteris* k *Osmundaceae* a jeho čeleď byla umístěna k proleptosporangiátním typům kapradin. Remy a Remy (1957) popsali pouze spory *D. schumannii* ze vzorku z Rothenbachu v Polsku. Danzé (1955) stanovil dva nové druhy *Discopteris*, *D. opulenta* Danzé a *D. bertrandii*. Tento rod umístil k proleptosporangiátním kapradinám a zařazoval *Discopteris* k *Osmundaceae*. Němejc (1934) potvrdil výsledek Zeillera (1899), že sporangia *Discopteris* nemají typický annulus, sporangia jsou asymetrická a volná, buňky stomia nejsou výrazně rozlišeny od ostatních buněk sporangia. Viděl v tom primitivní typ annulusu a zařadil *Discopteris* do blízkosti čeledi *Cyatheaceae*. Později Němejc (1963) zařazoval *Discopteris* k *Osmundales*. Pfefferkorn (1978) revidoval rod *Discopteris* (*D. karwinensis* a *D. vullersii*) a emendoval rodovou diagnózu. Srovnával sporangia *Discopteris* s určitými karbonskými kapradinami (*Tedelea* Eggert a Taylor, *Anachoropteris* Corda a *Botryopteris* Renault). Usoudil, že sporangia *Discopteris* nejsou příbuzná s žijícími čeleděmi kapradin. Brousmische (1983) revidovala *Discopteris* a emendovala diagnózu Pfefferkorna, nezastávala názor o existenci annulusu u *D. karwinensis*. Také popsala *D. danzeii* Brousmiche a referovala *Discopteris* do skupiny *Filicophyta*. Taylor (1993) zastával názor, že sporangia charakteristicky uzavřená, se podobají množstvím pravých kapradin rodu *Botryopteris*. Žádná z výše uvedených citovaných prací nepopisuje detail sporangia. Pšenička popsal ve své dizertační práci *D. doubravensis* se sporangii a annulusem a s primitivním indusiem. Srovnával *D. doubravensis* s *D. schumannii*, kde *D. doubravensis* má laločnaté lístky a *D. schumannii* více zubaté.

#### 5.2.5.1. *Discopteris* sp. (comb. nov. „*doubravensis*“ Pšenička in press)

**Diagnóza** – Listový vějíř tripinátní. Osa prvního řádu s podélnou striací. Sekundární osa ochlupena, 1 – 2 mm dlouhá. Osa posledního řádu 1 mm široká. Listový vějíř posledního řádu je vložen na ose sekundárního řádu, jsou střídavé, kopinaté, nižší část tupá, postupně se zužuje k vrcholu do jednoho bodu. Listový vějíř posledního řádu, lístky sphenopteridní, volné. Aflébie na bazální části na vějíři posledního řádu, k nerozeznání od lístků. Sterilní lístky v bazální části každého fertillního listového vějíře posledního řádu. Bazální sterilní část širší směrem k bazální části vějíře primárního řádu. Sterilní a fertillní lístky stejného typu. Lístky podlouhlé, v bazální části slabě redukované, 6-9 mm dlouhé a 5-6 mm široké. Okraj sterilních a fertillních lístků lalokovitý. Střední žilka rovná a nápadná. Sekundární



žilky tenké, několikrát rozdvojené do konce laloků. Fertilní orgány: 4 – 5 výtrusnicových kupek tvaru disku na spodní straně lístků. Výtrusnicové kupky pokrývají většinu spodní plochy a seskupena v jedné či dvou řadách, jedna řada mezi střední žilkou a okrajem lístku. Výtrusnicové kupky měří v průměru 2 mm s 50 – 100 anulátními sporangii. Sporangia s annulusem, vejcovitá nebo hruškovitá, svisle prodloužená, 0,2 – 0,32 mm dlouhá a 0,12 – 0,22 mm široká, v části chráněné primitivním indusiem. Indusium se zdá jako 1,2 mm dlouhé mnohobuněčné chlupy. Sporangium se čtyřmi rozdílnými buňkami: annulus se skládá z tlustostěnných, podélných buněk, tvořených masivní boční stěnou, která zabírá  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{2}{3}$  velikosti sporangia. Buňky annulusu 45 – 60  $\mu\text{m}$  dlouhé a 8 – 16  $\mu\text{m}$  široké, uspořádány ve dvou až třech řadách. Vrchní část se skládá z přibližně 5 – 10 relativně tlustostěnných polygonálních buněk. Buňky silnější než buňky v zóně pukání a užší než v buňkách annulusu. Sporangium přerušeno svislou drážkou tvořenou úzkými, podlouhlými, silnostěnnými buňkami 25 – 60  $\mu\text{m}$  dlouhých a 3 – 5  $\mu\text{m}$  širokých. Buňky bazální části polygonální tenkostěnné. Spory trojúhelníkovité trilétní, v průměru 20 – 48  $\mu\text{m}$ .

#### **Číslo vzorku: F4**

**Lokalita:** doly v okolí Doubravy u Plzně, nýřanský revír, plzeňská pánev

**Stratigrafický rozsah:** tuf (tzv. bělka) na bázi brouskového obzoru, ve stropu spodní radnické sloje. Radnické souslojí, radnické vrstvy (spodní moskov, bolsov), kladenské souvrství

**Místo uložení:** Západočeské muzeum v Plzni

**Popis - F4:** Fertilní fragment střední části listového vějíře je více jak 100 mm velký, viz. Příloha fototabule VIII., Obr. 5. Osa listového vějíře předposledního řádu je více jak 75 mm dlouhá a 4 mm široká, hladká a rovná. Listový vějíř předposledního řádu je dlouhý více jak 75 mm a široký více jak 100 mm. Osy posledního řádu jsou rovné, hladké, dlouhé více jak 65 mm a široké 0,5 mm. Nasedají na osu předposledního řádu střídavě po 6 mm téměř v pravém úhlu. Listový vějíř posledního řádu má kopinatý tvar, je lichozpeřený a nese 12 párů lístků. Jednotlivé listové vějíře posledního řádu se nedotýkají, vzdálenost mezi nimi je až 7 mm, nebo se dotýkají laterálně. Lístky nasedají střídavě, jsou dlouhé 6

mm a široké 5 mm, laločnatého tvaru. Okraje listové čepele se několikrát dělí, okraje jsou oválné či ostře zakrojené. Spodní strana lístků nese sporangia.

Sporangia jsou velmi početná a seskupena v sorech. Sporangium je oválného tvaru, je dlouhé 0,260 mm a široké 0,225 mm viz. Příloha fototabule VIII., Obr. 1 - 3. Na sporangiu jsou vidět buňky trojího typu a laterální annulus. Silnostěnné buňky prvního typu tvoří laterální annulus, jsou dlouhé 50 – 75  $\mu\text{m}$  a široké 10 – 15  $\mu\text{m}$ , tetragonálního až pentagonálního tvaru. Druhý typ buněk, tenkostěnné buňky, tvoří stomium, jsou umístěny od vrcholu po spodní část sporangia. Jsou dlouhé 55 – 60  $\mu\text{m}$  a široké 5 – 10  $\mu\text{m}$ . Zbytek sporangia tvoří obyčejné buňky tetragonálního tvaru. Spory jsou početné s hladkým povrchem a oválné. Velikost spor, délka je 50  $\mu\text{m}$  a šířka je 40  $\mu\text{m}$ . Spory typu *Leiotriletes* sp. viz. Příloha fototabule VIII., Obr. 4.

**Diskuze** – Mnoho prací (např. Stur, 1883; Zeiller, 1900; Danzé, 1956) popisuje morfologii sporangia avšak bez fotografií. Pfefferkorn (1978) publikoval nejdůležitější práci s detaily sporangia, kde popisuje tři typy buněk. Prvním typem byly buňky tvořící zónu pukání, které nebyly zachovány, ale byly popsány jako rýhy místo buněk. Na základě těchto faktů Pfefferkorn tvrdil, že buňky zóny pukání jsou tenkostěnné. Druhý typ buněk byly buňky ve vrcholové části, které jsou zřídka zachovány. V mnoha případech se vrcholová část jeví jako malá výtrusnicová proláklina. Ostatní obyčejné buňky reprezentoval jako buňky třetího typu, které byly dobře zachované. Pfefferkorn (1978) také stanovil, že *Discopteris* má sporangia annulátní, interpretoval annulus ze silnostěnných buněk na sporangiu bez vrcholové části a bez zóny pukání. Brousmiche (1983) měla opačný názor a tvrdila, že *Discopteris* je bez annulusu. Taylor a Taylor (1993) řadili sporangia podle jejich počtu k pravým kapradinám. Pšenička popisuje *D. doubravensis* se sporangiem annulátním a čtyřmi typy buněk. Odlišuje *D. doubravensis* od *D. schumannii* tvarem okrajů lístků, *D. schumannii* má okraje lístků zubaté či laminární, *D. doubravensis* je má spíše laločnaté, nemá zřetelné aflébie a sporangium chráněné primitivním indusiem. Dle výsledků z macerace vyšlo u *Discopteris* „*doubavensis*“ sporangium s laterálním annulusem a se třemi typy buněk. Laterální annulus je tvořen ze dvou až třech, možná i čtyř řad silnostěnných buněk.

### 5.2.6 *Waldenburgia corynepteroides* Gothan

1950 *Waldenburgia corynepteroides* Gothan, p. 349, fig.

1970 *Waldenburgia corynepteroides* (Gothan) Boureau, p. 474

2009 *Waldenburgia corynepteroides* (Gothan) Boureau, Pšenička a Bek, p. 108

**Typ rodu a druhu:** *Waldenburgia corynepteroides* Gothan

**Historie** – Poprvé definoval tento druh na základě rodu Gothan (1950). Gothan definoval rod dle nálezů ve Waldenburském karbonu ve Weinssteinu a druhové jméno podle zmíněné podobě fertálních vějířů *Corynepteris*. Gothan řadil *Waldenburgia* k pravým kapradinám a zmínil podobnost s *Coseleya*. Boureau (1970) pozoroval i sporangia s tím, že větší buňky u vrcholu by mohly tvořit annulus. Pšenička a Bek (2009) popsali *W.corynepteroides*, kterou zařadili mezi zygoteridní typy kapradin v hornoslezské pánvi v karvinském souvrství.

**Diagnóza** – Hlavní osa silná, má cévní svazky, v jejich příčném řezu je ve tvaru činky. Nese dvě řady lístků dlouhých 40 mm, šířka lístků po celé délce nezměněna, nasedají kolmo na osu. Na okraji nesou velké množství uspořádaných sporangií rozmístěných ve spirále. Sporangia solitérní, dlouhá 3 mm a v průměru méně než 1 mm. Sporangia podlouhle eliptická, s viditelnou skulpturou z podlouhlých buněk. Buňky blízko vrcholu trochu větší než ostatní buňky. Spory zaoblené se zrnitými stěnami, v průměru 125 μ, množství spor pravděpodobně 2000. Druh olistění neznámý.

**Vzorek: F3540**

**Lokalita:** Letkov u Plzně, letkovský relikt, plzeňská pánev

**Stratigrafický rozsah:** tuff, slánské souvrství, hředelské vrstvy (stephan B)

**Místo uložení:** Západočeské muzeum v Plzni

**Popis – F3540:** Fertální fragment střední části listového vějíře je dlouhý více jak 24 mm viz. Příloha fototabule IX. Obr. 4. Zachovala se pouze osa posledního řádu dlouhá více jak 15 mm a široká necelý 1 mm. Osa vlnitá s podélným rýhováním. Listový vějíř posledního řádu je více jak 27 mm dlouhý a více jak 7 mm široký. Lístky mají laminární tvar, jsou dlouhé 6 mm a široké 1,5 mm. Nasedají na osu posledního řádu celou bází. Jednotlivé

lístky se vzájemně nedotýkají, vzdálenost mezi nimi je až 1 mm. Na spodních stranách lístků se nachází sporangia.

Sporangia jsou velmi dlouhá a úzká, oválného až podlouhle kapkovitého tvaru. Délka sporangii je 1,34 mm a šířka 0,67 mm viz. Příloha fototabule IX., Obr. 1 - 2. Zóna pukání je na boční straně přes celou délku sporangia. Buňky jsou 100 - 175  $\mu\text{m}$  dlouhé a 10 – 15  $\mu\text{m}$  široké. Spory jsou velmi početné, oválného tvaru, dlouhé 23  $\mu\text{m}$  a široké 17  $\mu\text{m}$  a mají hladký povrch. Spory typu *Granulatisporites* sp. viz příloha fototabule IX., Obr. 3.

**Diskuze** – V českých pánvích byla *Waldenburgia corynepteroides* nalezena pouze v hornoslezské pánvi. Je zajímavé, že vzorek ze Západočeského muzea v Plzni pochází z plzeňské pánve. Mnoho o této rostlině není známo, ani sterilní listové vějíře. Fertilní listový vějíř, který byl macerován, byl také velmi malý a nemohlo dojít ani k rekonstrukci listového vějíře, je zachována pouze střední část listového vějíře posledního řádu. Sporangia jsou téměř totožná s vyobrazenými sporangii, které popisoval Gothan (1950, tab. 2, obr. 3). Kromě podlouhlých buněk, které z macerace vyšly, vyšla také zóna pukání sporangia, která je tvořena tenkostěnnými buňkami a sporangium praská téměř přes celou svou délku na boku viz. Příloha fototabule IX., Obr. 1.

## 5.2.7 *Oligocarpia* Goepfert

1841 *Oligocarpia* Goepfert, p. 35, pl. IV., fig. 1 - 2

1869 *Oligocarpia* Goepfert, Schimper, p. 585, pl. XLI, fig. 8, 9

1883 *Oligocarpia* Goepfert, Stur, p. 686

1888 *Oligocarpia* Goepfert, Zeiller, p. 53, fig. 35

1911 *Oligocarpia* Goepfert, Kidston, p. 35

1923 *Oligocarpia* Goepfert, Kidston, p. 284

1983 *Oligocarpia* Goepfert, Brousmiche, p. 234

**Typ rodu:** *Oligocarpia gutbieri* Goepfert

**Historie** – Goepfert (1841) popsal fertilní listový vějíř na kompresním vzorku, kde charakterizoval list i reprodukční orgány. Popisoval to na základě podobnosti s *Oligocarpia Gutbieri* Goepfert. Přiřazoval druh *Oligocarpia gutbieri* k recentním *Polypodiaceae* nebo *Cyatheaceae*. Stur (1877) redefinoval popis *Oligocarpia*. Stur (1883) řadil tento rod k *Marattiaceae*. Stur (1885) opravil Zeiller (1888) považoval *O. gutbieri* za *Gleicheniaceae*. Abbott (1954) se snažil systematicky zařadit *Oligocarpia* na základě počtu a umístění sporangií v sorech a na vzhledu listu, zároveň tento rod revidoval a navrhl dva nové druhy *O. mixta* a *O. capitata* Abbott. Eggert et Delevoryas (1967) zařazovali tento druh k rodu *Sermaya*. Brousmiche (1983) jejich názor nezastávala, emendovala diagnózu *Oligocarpia*. Popsala u sporangií pedicel, annulus z jedné řady buněk, trilétní spory přiřadila k typu *Granulatisporites* (Ibrahim) Potonié et Kremp. Brousmiche (1983) souhlasí s Kidstonem (1923), že spory jsou více variabilní velikosti, než si myslel Abbott (1954). Jsou naměřené rozměry 20 – 30  $\mu$ , 27 – 44  $\mu$  (Kidston, 1923) a 30 - 36 $\mu$  (Abbott, 1954). Brousmiche (1983) popsala spory trilétní, trojúhelníkovitého typu *Granulatisporites* (Ibrahim) Potonié et Kremp, velké 20 – 36  $\mu$ . Sterilní vzorky zařazuje dle žilnatiny, tvaru lístků do pecopteridních typů kapradin k *Pecopteris bredovii*.

**Emendovaná diagnóza** – Listový vějíř bipinátní, lístky rovné. Hlavní žilky vlnité, směřují k vrcholu lístku a rozděluje se dichotomicky, postranní žilky jednoduché nebo se dichotomicky dělí, nejspodnější postranní žilky jednoduché nezasahují až na okraj lístků a

nesou na konci lístků sori, nejsvrchnější vidličnatě. Sori složeny ze 4 – 5 kulatých sporangií.

#### 5.2.7.1. *Oligocarpia gutbieri* Goepfert

1841 *Oligocarpia gutbieri* Goepfert, p. 35

1885 *Oligocarpia gutbieri* Goepfert, Stur, fig. 18

1923 *Oligocarpia gutbieri* Goepfert, Kidston, p. 285, pl. LXII, fig. 1 – 3

1954 *Oligocarpia gutbieri* Goepfert, Abbott, p. 44, fig. 5

1983 *Oligocarpia gutbieri* Goepfert, Brousmiche, p. 236

**Emendovaná diagnóza** – Listový vějíř bipinátní, osa tenká, listové vějíře složené, lístky vejčité, přisedlé širokou bází, nasedají střídavě, vrchol lístků zaoblený někdy zubatý, hlavní žilka vlnitá, u vrcholu se několikrát vidličnatě dělí, vedlejší žilka jednoduše vidličnatá. Fruktifikace na okrajích vedlejších žilek, sory složeny ze 3 – 5 anulátních sporangií, annulus prstencový, spory trilétní, velké 20 – 36  $\mu$ , typu *Granulatisporites* (Ibrahim) Potonié a Kremp.

**Číslo vzorku: F1402**

**Lokalita:** Nýřany, důl Krimich, plzeňská pánev

**Stratigrafický rozsah:** jílovec, kladenské souvrství, nýřanské vrstvy (westphal D), nýřanské souslojí

**Místo uložení:** Západočeské muzeum v Plzni

**Popis – F1402:** Fertilní fragment listového vějíře veliký cca 20 mm viz. Příloha fototabule X., Obr. 3. Osa vějíře předposledního řádu je velmi slabě vlnitá, hladká a dlouhá více jak 16 mm a široká 0,35 mm. Listový vějíř předposledního řádu je více jak 20 mm dlouhý a více jak 9,7 mm široký. Dvakrát lichozpeřený. Má tvar oválně kopinatý. Osy posledního řádu nasedají střídavě ve vzdálenosti 1,3 mm a jsou rovné, dlouhé více jak 5,7 mm a široké 0,07 mm. Listový vějíř posledního řádu má tvar laminární a je dlouhý 6,15 mm a široký 1,63 mm, k vrcholu se velmi pomalu zužuje viz. Obr. 11. Jednotlivé listové vějíře

posledního řádu se nedotýkají a mezera mezi nimi je 0,52 mm. Jednotlivé lístky jsou laločnaté, velké 0,61 mm a široké 0,8 mm, přisedají na osu celou bází. Žilnatina se dichotomicky dělí. Na vrcholu lístků na okraji se nachází sporangia.



Obr. 11. Rekonstrukce listového vějíře *Oligocarpia gutbieri*  
(délka 6 mm)

Sporangia jsou seskupena po čtyřech v sorech viz. Příloha fototabule X., Obr. 1. Sporangia jsou dlouhá 0,21 – 0,22 mm. Výsledky macerace ukázaly tři typy buněk. První typ silnostěnných buněk tvoří annulus prstencový. Buňky annulu jsou dlouhé 40 – 50  $\mu\text{m}$  a široké 20 – 25  $\mu\text{m}$ . Annulus je vidět na okrajích sporangií viz. Příloha fototabule X., Obr. 1, A. Dalším typem buněk jsou buňky, které tvoří zónu pukání uprostřed jednotlivých sporangií viz. Příloha fototabule X, Obr. 1, B. Buňky jsou dlouhé 25 – 30  $\mu\text{m}$  a široké 9 – 11  $\mu\text{m}$ . Zbytek sporangia tvoří obyčejné buňky.

**Diskuze** – Studovaný vzorek *Oligocarpia gutbieri* je velmi malý a drobný. Osy a lístky této kapradiny patřily mezi nejmenší a nejdrobnější ze všech studovaných kapradin, které jsem měla k dispozici. Zajímavé je, že na rozdíl např. od *Tenchovia crépini*, *Sturia amoena* a dalších, má *O.gutbieri* sporangia na lístcích po celém listovém vějíři téměř až k vrcholu. Sory jsou umístěny po dvou, maximálně po čtyřech na každém lístku. Sporangium z macerace potvrdilo diagnózu Goepperta (1841) a to prstencový annulus. Dále výsledky macerace ukázaly zónu pukání uprostřed každého sporangia. Prstencový annulus je viditelně tvořen silnostěnnými buňkami, které jsou dobře zachovány na dvou sporangiích ze čtyř viz. Příloha fototabule X., Obr. 1. Spory se nepodařily vymacerovat.

## 6. Shrnutí výsledků

Z výsledků macerace bylo vybráno deset druhů vhodných pro detailní studování, které umožnily studovat sporangia s annulem a spory. Těchto deset druhů bylo vybráno z původně 42 macerovaných druhů. V tabulce 1. jsou shrnuty získané výsledky. V tabulce 2. je shrnut materiál studovaného vzorku, jeho stáří a stupeň zachování.

Druh	Velikost sporangii (délka/šířka)	Typ annulu	Velikost spor	Typ spor
<i>Boweria schatzlarensis</i>	0,4 mm / 0,3 mm	laterální	0,04 mm	nezjištěno
<i>Myriothea anglica</i>	0,65-0,87 mm / 0,54 mm	laterální nb. speciální typ	0,05 mm	nezjištěno
<i>Tenchovia crépini</i>	0,28 mm / 0,26 mm	laterální	0,04 mm	<i>Leiotriletes</i>
<i>Sturia amoena</i>	0,3 mm / 0,3 mm	prstencový	0,05 mm	<i>Punctatosporites</i>
<i>Discopteris</i> sp. "doubravensis"	0,26 mm / 0,22 mm	laterální	0,05 mm / 0,04 mm	<i>Leiotriletes</i>
<i>Waldenburgia corynepteroides</i>	1,34 mm / 0,67 mm	nezjištěno	0,023 mm / 0,017 mm	<i>Granulatisporites</i>
<i>Oligocarpia gutbieri</i>	0,21 mm / 0,22 mm	prstencový	nezjištěno	nezjištěno
<i>Scolecopteris elegans</i>	0,8 mm / 0,3 mm	nezjištěno	0,020 mm	<i>Punctatosporites</i>
<i>Zeilleria hymenophylloides</i>	1,2 mm / 1,1 mm	nezjištěno	0,080 mm / 0,063 mm	<i>Apiculatisporis</i>
<i>Zeilleria avoldensis</i>	0,8 mm / 0,4 mm	nezjištěno	0,028 - 0,038 mm	nezjištěno

Tab. 1: Shrnutí výsledků získaných macerací studovaných druhů kapradin

Druh	Materiál	Stupeň zachování	Stratigraf.rozsah
<i>Boweria schatzlarensis</i>	jílovec	dobry	westphal B
<i>Myriothea anglica</i>	jílovec	velmi dobry	westphal B
<i>Tenchovia crépini</i>	prachovitý jílovec	velmi dobry	bolsov
<i>Sturia amoena</i>	prachovitý jílovec	velmi dobry	bolsov
<i>Discopteris</i> sp. "doubravensis"	tuff	velmi dobry	sp.moskov, bolsov
<i>Waldenburgia corynepteroides</i>	tuff	dobry	stephan B
<i>Oligocarpia gutbieri</i>	prachovitý jílovec	dobry	westphal D
<i>Scolecopteris elegans</i>	prachovitý jílovec	velmi dobry	kantabr
<i>Zeilleria hymenophylloides</i>	prachovitý jílovec	dobry	westphal D
<i>Zeilleria avoldensis</i>	jílovec	dobry	westphal D

Tab. 2: Jednotlivé druhy a jejich stupeň zachování, stáří a materiál



## 7. Závěr

Diplomová práce se zabývá revizí sphenopteridních typů kapradin uložených ve sbírkách Národního muzea v Praze, Západočeského muzea v Plzni a v Kidstonově sbírce v British Geological Survey v Keyworth v Anglii. V práci je popsáno 10 druhů kapradin, u kterých byly detailně prozkoumány reprodukční orgány. Sporangia hrají významnou roli při klasifikaci druhů. Podobné typy listových vějířů nesou rozdílná sporangia a také existuje velká rozmanitost typů sporangií a typů annulů. Diagnóza rodů často neodpovídá v nich zahrnutých druhů. Z každé macerace se získaly různé informace o lístcích, sporangiích a sporách.

Bylo studováno celkem 10 druhů sphenopteridních typů kapradin. Objevují se zde druhy kapradin, které nepatří do skupiny leptosporangiátních kapradin, avšak ve sbírkách Národního muzea a Západočeského muzea v Plzni byly zařazeny a popsány jako sphenopteridní typy kapradin. Mezi pozorované druhy kapradin byly k dispozici dva lektotypy *Myriotheca anglica* a *Boweria schatzlarensis* z muzea Keyworth a lektotyp z Němejcovy sbírky v Národním muzeu *Sturia amoena*. U *Boweria schatzlarensis* je v popisován prstencový annulus, macerace však ukázala laterální annulus. U *Myriotheca anglica* prozatím annulus popsán nebyl, výsledky macerace ovšem ukázaly buď laterální annulus nebo spíše speciální typ annulu, který se nachází po stranách sporangia a mezitím je stomium. Dále byla určena nová kombinace druhu *Tenchovia crépini*, který kvůli původní diagnóze rodu *Renaultia*, kde se uvádí sporangium bez annulu, byl re-definován, jelikož výsledky macerace jasně ukázaly viditelný laterální annulus. U druhu *Sturia amoena* macerace ukázala prstencový annulus, který se prozatím nikde neuvádí a je velmi zřetelně vidět na výsledcích macerace. Dále je uváděn dosud nepopsaný druh *Discopteris* sp. ( nov. comb. *D.*, „*doubravensis*“). Výsledky macerace ukázaly sporangia s laterálním annulusem. U *Zeillera hymeophylloides* se kromě sporangií, která však nebyla dobře zachována, podařilo vymacerovat paracytní průduchy. *Zeillera avoldensis* byla také hůře zachována, avšak macerace ukázala sporangia, a to dokazuje, že *Z. avoldensis* je kapradina a ne pteridosperma. U druhu *Scolecoperis elegans*, který byl zachován v podobě zuhelnatělého rostlinného otisku, macerace ukázala velmi dobře zachovaná synangia a spory typu *Punctatosporites* sp. Dále byl studován poměrně neznámý druh *Waldenburgia corynepteroides*, u kterého macerace potvrdila velmi dlouhá a úzká sporangia, která jsou téměř totožná s vyobrazením Gothana (1950), a spory typu *Granulatisporites*. U druhu

*Oligocarpia gutbieri* výsledky macerace potvrdily diagnózu Goeperta (1841), sporangia s prstencovým annulusem, zónou pukání uprostřed sporangia a seskupení po čtyřech v sorech.

## 8. Seznam literatury

- Abbott, M. L., 1954. Revision of the Paleozoic fern genus *Oligocarpia* – Paleontographica Abt. B., Stuttgart, 96, 39 – 65.
- Alvarez Ramis, C., 1977. Segunda aportación al estudio de los *Sphenopteris* del Carbonífero español; Westfaliense. Estud. Geológicos, Madrid, vol. XXXIII, p. 141 – 165, pl. 8.
- Barthel, M., 1962. Epidermisuntersuchungen an einigen inkohlten Pteridospermenblättern des Oberkarbons und Perms., Geologie 11, Neiheft 33, Berlin, 140 pp.
- Bornemann, J. G. 1856. Über organische Reste der Letten-kohlegruppe Thüringens. Ein Beitrag zur Fauna und Flora dieser Formation. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig, 85 pp.
- Boureau, 1970. Traité de Paleobotanique, tome IV, fasc. I, Filicophyta. Masson et Editeurs, pp. 520.
- Brongniart, A., 1828. D'une histoire des végétaux fossiles. A Paris, chez F. G. Levraut, rue de la Harpe, n. 81, et rue des Juifs, n. 33, a Strasbourg, p. 223.
- Brongniart, A., 1849. Tableau des genres de végétaux fossiles considérés sous le point de vue de leur classification botanique et de leur distribution géologique, Paris, imprimerie de L. Martinet rue mignon, 2, p. 1 – 127.
- Brousliche, C., 1983. Les Fougères sphénoptériennes du Bassin Houiller Sarro – Lorrain. Société Géol. Du Nord, 10, 480 pp.
- Bureau, M., 1914. Bassin de la Basse – Loire. Fasc. II: Description des florea fossiles. Etud. Gites min. France, Paris, p. 417.
- Chlupáč, I., a kol., 2011. Geologická minulost České republiky, Praha: Academia Praha, 2011, p. 1 – 436.
- Corsin, P., 1951. Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine, I. Flore Fossile, 4me fasc., Pécoptéridées. Étud. Gites Minér., Fr., pp. 177 – 370, Atlas, pl. CVIII – CXCIX.
- Danzé, J., 1956. Contribution à l'étude des *Sphenopteris*: les fougères sphénoptériennes du bassin houiller du Nord de la France. Et. géol. Atlas Top. Sout., H. B. N. P. C., Douai, p. 568, pl. 86, fig. 67.
- DiMichele, W. A., Phillips, T. L., 1994. Paleobotanical and paleoecological constraints on model of peat formation in the Late Carboniferous of Euramerica. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 106, 39 – 90.
- Eggert, D., Delevoryas, T., 1967. Studies of paleozoic ferns: Sermaya, gen. nov., and its bearing on filicalean evolution in the Paleozoic. Palaeontographica, Stuttgart, Abt. B, Bd. 120, Lief. 5 – 6, p. 169 – 180, pl. 34 – 38.
- Franks, P. J., Beerling, D. J., 2009. Maximum leaf conductance driven by CO<sub>2</sub> effects on stomatal size and density over geologic time, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106, 10343-10347.
- Goeppert, H. R., 1836. Die fossilen Farnkräuter (Systema filicum fossilum). Verhandlungen der kaiserlichen leopoldisch – carolinischen Akademie der Naturforscher (Novorum actorum Academiae Caesareae Leopoldino – Carolinae naturae curiosorum, voluminis septimi decimi supplementum (17 (suppl.)), 1 – 486.
- Goeppert, H. R., 1841. Les genres des plantes fossiles comparés avec ceux du monde moderne expliqués par des figures. Berlag von Henry und Gohén, p. 25 – 26
- Gothan, W., 1941. Die Steinkohlenflora der westlichen paralinischen Steinkohlenreviers Deutschlands. Abh. i. Reichsstelle f. Bodenforschung, Berlin. N. F., n° 196, Lief. 4, p. 54.
- Gothan, W., 1950. Über eine neue Farnfruktifikation (*Waldenburgia corynepteroïdes* nov. gen. et sp.) des Niederschleisen Karbons. Ark. Bot. 2, 1, 349-354.
- Halle, T. G., 1933. The structure of certain fossil spore – bearing organs believed to belong to Pteridosperm. Kungl. sv. vet. Akad. Handlingar, Stockholm, 3e sér., Bd 12, n. 6, p. 103.
- Hartung, W., 1938. Flora und Altersstellung des Karbons von Hainichen – Ebersdorf und Borna bei Chemnitz. Abh.sächs. geol. Landesanst., Freiberg, t. 18, p. 140.
- Kerp, J.H.F., 1984. Aspects of Permian palaeobotany and palynology. III. A new reconstruction of *Lilpopia raciborskii* (Lilpop) Conert et Schaarschmidt (Sphenopsida). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 40: 237-261.

- Kerp, H., Barthel, M., 1993, Problems of cuticular analysis of pteridosperms. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 78: 1-18.
- Kerp, H., Taylor, T. N., Hass, H., 2005. *Life History Biology of Early Land Plants: Deciphering the Gametophyte Phase*. PNAS. vol 102. no 16.
- Kidston, R., 1886. Catalogue of Palaeozoic plants in the Department of geology and paleontology, British museum (Natural History). Trustees of the British Museum (Natural History), London, 288 p.
- Kidston, R., 1890. On the Fossil Flora of the Staffordshire Coalfields. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 36, 63–8.
- Kidston, R., 1911. Les végétaux houillers recueillis dans le Hainaut Belge. Mus. Royal Hist. Nat. Belg., Mém., 4, 1 – 282.
- Kidston, R., 1923-1925. Fossil plants of the Carboniferous rocks of Great Britain. Memoirs of the Geological Survey of Great Britain, Palaeontology, 2: 1-670.
- Korpelainen, H., 1994. Growth, sex determination and reproduction of *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott gametophytes under varying nutritional conditions. Bot. Jour. of the Lin. Soc. Volume 114, Issue 4, p. 357–366,
- Kvaček, Z., a kol., 2007. Základy systematické paleontologie I., paleobotanika, paleozoologie bezobratlých, 1. vyd. Praha: Karolinum, 2000. 228 s.
- Laveine, J. P., 1970. Quelques Pécopteridiniées houillères à la lumière de la palynologie (II). Implications paléobotaniques et stratigraphiques. Pollen et Spores, Paris, vol. XII., n ° 2, p. 235 – 297.
- Lesnikowska, A. D., 1969. Anatomically preserved Marattiales from coal swamps of the Desmoinesian and Missourian of the midcontinent United States: systematics, ecology, and evolution. Thesis Univ. Illinois, Urbana – Champaign, 227 pp.
- Litardiere, R., 1921. Recherches sur l'element chromosomique dans la caryocinese somatique des Filicinaes. Cellule 31: 255-473.
- Lloyd, R., 1974. Reproductive Biology and Evolution in the Pteridophyta. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Vol. 61, No. 2 (1974), pp. 318-331.
- Mammay, S. H., 1950. Some American Carboniferous fern fructifications. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 37, 409 – 476.
- Millay, M. A., 1978. Studies of Paleozoic marattialeans: The morphology and phylogenetic significance of *Eoangiopteris goodii* sp. n. *Am. J. Bot.*, 65; 577 – 583.
- Millay, M. A., 1979. Studies of Paleozoic marattialeans: A monograph of the American species of *Scolecopteris*. *Palaeontographica Abt. B*, 169: 1 – 69.
- Millay, M. A., 1982a. Studies of Paleozoic marattialeans: An evaluation of the genus *Cyathotrachus* (Watson) Mamay, *Paleontographica B*, 180: 65 – 81.
- Millay, M. A., 1982b. Studies of Paleozoic marattialeans: The morphology and probable affinities of *Telangium pygmaeum* Graham. *Am. J. Bot.*, 69: 1566 – 1572.
- Millay, M. A., 1996. A review of permineralized Euramerican Carboniferous tree ferns. *Review of Palaeobotany and Palynology* 95 (1997) 191 – 209.
- Narthorst, A. G., 1908. Paläobotanische Mitteilungen, 4 – 6, *Kunigl. sv. Vet. Akad. Handlingar*, Uppsala et Stockholm, Bd 43, n 6, p. 1 – 32.
- Němejc, F., 1928. Some new interesting discoveries of plant impressions in the coalbasins of Central Bohemia. *Bull. intern. Ac. Sc. Boheme*, Praha, p. 9.
- Němejc, F., 1934. On two new *Sphenopteris* fructifications closely allied to Kidston's *Boweria* (resp. Scott's *Pteridotheca*) with remarks to some of the already known paleozoic fern sporangia. *Zvláštní otisk. z. Vest. Král. Čes. Spol. Nauk.*, Praha, p. 17.
- Němejc, F., 1937a. The *Sphenopterides* stated in the Permocarbiniferous of Central Bohemia. A preliminary report. I. Part. *Věstník Královské české společnosti nauk, třída matematicko – přírodovědná*, 10 (1936), 1 – 24.
- Němejc, F., 1937b. The *Sphenopterides* stated in the Permocarbiniferous of Central Bohemia. A preliminary report. II. Part. *Věstník Královské české společnosti nauk, třída matematicko – přírodovědná*, 19 (1936), 1 – 14.
- Němejc, F., 1938. A revision of the Carboniferous and Permian floras of the coal – districts of Central Bohemia (Pt II. *Sphenopterides: A. Coenopteridae*). *Palaeontographica bohemiae*, Praha, p. 56.
- Němejc, F., 1963. *Paleobotanika II. Československá akademie věd*, Praha, 523 pp.
- Opluštil, S., Pešek J. (1998): Stratigraphy, palaeoclimatology and palaeogeography of the Upper Palaeozoic continental deposits in the Czech Republic.- *Geodiversitas*. 20,4, 597-620, Paris.
- Pešek, J., Jaroš, J., Malý, L., Martínek, K., Prouza, V., Spudil, J., Tásler, R., 2001: *Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky. – Čes.geol. Úst.*, Praha, 243 pp.

- Pešek, J., Sivek, M., 2012 Uhlonosné pánve a ložiska černého a hnědého uhlí České republiky. Česká geologická služba, p. 200.
- Pfefferkorn, H. W., Peppers, R., Phillips, T. L., 1971. Some Fern – like Fructifications and their Spores from the Mazon Creek Compression Flora of Illinois (Pennsylvanian). Illinois State geol. Surv., Urbana, n° 463, p. 55, pl. 12.
- Potonie, H., 1900. Ueber die Fossilen Filicales in Allgemein, in Engler, Adolf und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Ista teil, (čísla stran nečitelná).
- Pšenička, J., Bek, J., 2004. *Tenchovia bulgariaensis* gen.et sp.nov. from the Pennsylvanian of the Dobrudzha Coalfield, Bulgaria. *Geologica Balc.*, 34, 1-2; p. 69 – 76.
- Pšenička, J., Bek, J., 2009. Kapradiny hornoslezské pánve a jejich spory in situ, *Zprávy o geol. výzkumech v roce 2008*, Česká geologická služba, p. 105 – 108.
- Pšenička, J., Bek, J., Rößler, R., in press. Two new species of *Discopteris* and its relationship based on compressions from the Upper Carboniferous (Bolsovian – Westphalian D) of the Pilsner basin, Bohemian Massif. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, Amsterdam
- Remy, W., Remy, R., 1959. Pflanzenfossilien. Ein Führer durch die Flora des limnisch entwickelten Paläozoikums. Akademie Verlag, Berlin, p. 285.
- Remy, W., Remy, R., 1977. Die Floren des Erdalters. Verlag „Gluckauf“ G. M. B. H., Essen, p. 468.
- Renault, B., 1896. Bassin houiller et Permien d'Autun et d'Épinac. Fasc. 4. Flore Fossile, Deux. Part. Étud. Gites Minér. Fr., pp. 1 – 578.
- Scott, T., 1906. Revision of the genus *Evansula* (*Copepoda*, *Harpacticoida*, *Cylindropsyllidae*) with a description of three new species.
- Schimper, W. P., 1869. *Traité de paléontologie végétale ou la flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel*. Baillie et fils édit., Paris, p. 740, p. 698, p. 896, pl. 110.
- Simson-Scharold, E., 1934. Zur Kenntniss der Carbonflora der Saargebietes. *Palaeontographica*, Stuttgart, Abt. B, Bd. 79, Lief. 1 – 3, p. 1 – 66, pl. I – VII.
- Skog, J. E., Andrews, H. N., Mamay, S. H., 1969. *Canipa quadrifida*, gen. et sp. nov., a synangial fructification from the Middle Pennsylvanian of West Virginia. *Bulletin Torrey bot. club* 96: 276-287.
- Smith, A. R., Pryer, K.M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H., Wolf, P., 2006. A classification for extant ferns. – *Taxon* 55: 705 – 731. Steil W. N. (1933): New cases of apogamy in certain homosporous leptosporangiate ferns. *Bot.Gazette*, Vol. 95, No. 1: 164 - 167
- Sternberg, K. von, 1820 – 1838. *Versuch einer Goegnotisch – botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt*
- Stubblefield, S. P., 1984. Taxonomic delimitation among Pennsylvanian marattialean fructifications. *J. Paleontol.*, 58: 793 – 803.
- Studnička, M., 2009. Kapradiny: atlas domácích a exotických druhů. Praha, Academia, vyd.1., p. 456
- Stur, D. R., 1875 – 1877. *Beitrage zur Kenntniss der Flora der Vorwelt*. Bd I: Die Culm – Flora I. Die Culm – Flora des mährish – schlesischen Dachschiefers, II: Die Culm – Flora der Ostrauer und Waldenburger Schichten. Abh. k. k. geol. Reichsanst., Vienne, Bd VIII, 366 p.
- Stur, D. R., in Roehl, E. von, 1878. Flora der Zeche Carlingen bei St-Avold in Lothringen. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, Vienne, n° 10, p. 213.
- Stur, D. R., 1883. Zur Morphologie und Systematik der Culm – und Carbonfarne. *Kgl. Akad. Wiss. Wien, Sitz.*, 846 pp.
- Stur, D. R., 1885. Die Carbonflora der Schatzlarer Schichten. *Abh. D. k.k. geol. Landesanstalt. Wien. Bh. XI.*
- Taylor, T. N., Taylor, E. L., 1993. *The biology and evolution of fossil plants*. (Prentice Hall), Englewood Cliffs, 982 pp.
- Taylor, T. N., Taylor, E. L., 2009. *The biology and evolution of fossil plants*. Academic Press, Science, p. 1252.
- Teodoridis, V., Sakala, J., 2008. Early Miocene conifer macrofossils from the Most Basin (Czech Republic). – *N.Jb.GEol.Paläont.Abh.*, 250:287–312; Stuttgart.
- Thomas, B. A., Crampton, D. M., 1971. A fertile *Zeilleria avoldensis* from the British Upper Carboniferous. *Rev. Paleobot. Palynol.*, 11, 283 – 295.
- Stidd, O. L. L., Stidd, B. M. 1976. Paracytic (Syndetocheilic) Stomata in Carboniferous Seed Ferns, *New Series*, Vol. 193, No. 4248 (Jul. 9, 1976), pp. 156-157.
- Stidd, B. M., 1988. Stomata of *Alethopteris sullivanii*: A New Stomatal Type Among Seed Ferns and Vascular Plants, *American Journal of Botany* Vol. 75, No. 6 (Jun., 1988), pp. 790-796.
- Van Amerom, H. W. J., 1988. *Zeilleria hymenophylloides* Kidston, een fossiele varenfructificatie van de steenberg van de voormalige eteenkoolmijn Laura and Vereniging te Eygelshoven en zijn verspreiding in Zuid. Limburg. *Grondboor en Hamer*, jrg. 42 (3 – 4), 97 – 103.

- Wessel, P., Weber, O., 1855. Neuer Beitrag zur Kenntniss der Tertiären der nörderrheinischen Braunkohlenformation. *Palaeontographica* 4: 111-130, pl. 20-30.
- White, R. A., 1968. Vegetative Reproduction in the Ferns I. Leaf Buds of *Grammitis tenella*. *American Fern Journal*, Vol. 58, No. 3, pp. 108-118.
- Zeiller, R., 1883. Fructifications de fougères du terrain houiller. *Ann. Sc. Nat. Bot. Paris*, Sér. 6, 16, 177 – 207.
- Zeiller, R., 1888. Études des Gîtes Minéraux de la France. Bassin houillere de Valenciennes. Description de la Flore fossile. *Maison Quantin, Paris*, 731 pp.
- Zeiller, R., 1899. Étude sur le flore fossile du Bassin houiller d' Héraclée. *Mém. Soc. géol. France, Paléont.*, 21, 24 – 32.
- Zeiller, R., 1900. Éléments de paléobotanique, Georges Carré et C. Naud, Paris, 421 pp.
- Zenker, J. C., 1837. *Scolecopteris elegans* Zenk., ein neues fossiles Farngewächs mit Fructificationen. *Linnaea*, 11: 509 – 512.

Internetové zdroje:

- [http://biomach.wz.cz/img\\_bot\\_vyssi2.jpg](http://biomach.wz.cz/img_bot_vyssi2.jpg), 7.5.2013
- <http://www.babylon.com/definition/Eusporangiate/> 10.5.2013